



(10) **DE 10 2009 047 856 B4** 2019.05.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 047 856.6**
(22) Anmeldetag: **30.09.2009**
(43) Offenlegungstag: **29.04.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.05.2019**

(51) Int Cl.: **G01R 19/10 (2006.01)**
G01R 19/165 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/254,653 **20.10.2008** **US**

(73) Patentinhaber:
**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

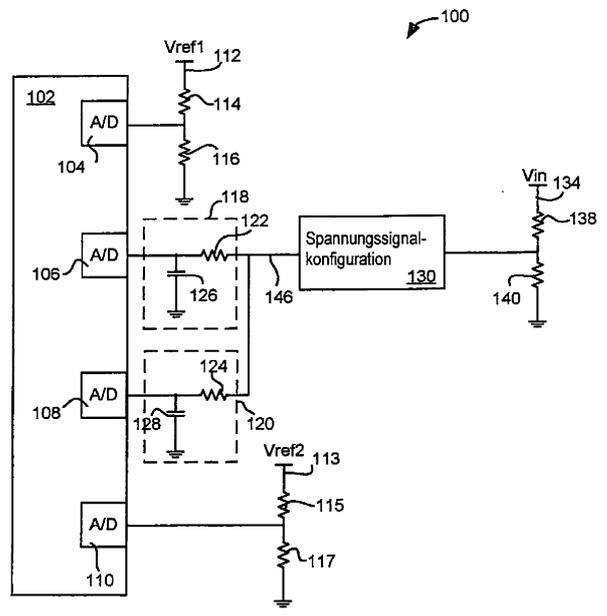
(74) Vertreter:
**Manitz Finsterwald Patent- und
Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336
München, DE**

(72) Erfinder:
Katrak, Kerfegar K., Fenton, Mich., US;
Leutheuser, Andrew H., Royal Oak, Mich., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE **102 15 405** **A1**
DE **10 2004 058 540** **A1**

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Identifikation von Problemen bei Strom- und Spannungsmessung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Identifizieren von Problemen, die dem Erfassen einer elektrischen Eigenschaft in einem Prozessor (102) zugeordnet sind, der einen ersten (104), zweiten (110), dritten (106) und vierten (108) Anschluss aufweist, wobei das Verfahren umfasst, dass:
eine erste Referenzspannung (112) an dem ersten Anschluss (104) und eine zweite Referenzspannung (113) an dem zweiten Anschluss (110) empfangen werden;
erste Daten über die elektrische Eigenschaft an dem dritten Anschluss (106) und zweite Daten über die elektrischen Eigenschaften an dem vierten Anschluss (108) gemessen werden, wobei die ersten Daten und die zweiten Daten redundant sind;
ein erster Wert der elektrischen Eigenschaft auf der Grundlage der ersten Daten und der ersten Referenzspannung (112) und ein zweiter Wert der elektrischen Eigenschaft auf der Grundlage der zweiten Daten und der zweiten Referenzspannung (113) berechnet werden;
ein Referenzverhältnis der ersten Referenzspannung (112) zu der zweiten Referenzspannung (113) und ein Wertverhältnis des ersten Werts zu dem zweiten Wert bestimmt werden; und
ein Problem identifiziert wird, wenn das Wertverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Referenzspannung (112) und die zweite Referenzspannung (113) um nicht mehr als etwa 0,2 Prozent voneinander abweichen.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Dieses Dokument betrifft allgemein das Messen elektrischer Eigenschaften, wie etwa Ströme und Spannungen. Insbesondere beschreibt dieses Dokument Systeme und Verfahren zur Identifizierung von Problemen, die bei der Erfassung von Strom und Spannung mit einem Analog/DigitalWandler auftreten können.

HINTERGRUND

[0002] In den letzten Jahren sind sogenannten „Hybridfahrzeuge“ zunehmend populär geworden. Diese Fahrzeuge verwenden typischerweise einen oder mehrere Motoren, um die Bremsen beim Verlangsamten zu unterstützen und die Brennkraftmaschine beim Beschleunigen zu unterstützen, wodurch der Kraftstoffverbrauch ohne wesentliche Auswirkungen auf das Fahrerlebnis dramatisch verringert wird. Die Motoren werden zur Umsetzung zwischen elektrischer und mechanischer Energie verwendet. Wenn die elektrische Energie von einem Motor erzeugt wird, wird sie mit einem wiederaufladbaren Energiespeichersystem (RESS) oder dergleichen, das einen Batteriestapel enthält, gespeichert. Zusätzlich zu den gegenwärtig verfügbaren Hybridfahrzeugen wird eine Anzahl von Fahrzeugen derart konzipiert, dass sie aus dem elektrischen Netz oder einer anderen Quelle wieder aufgeladen werden können.

[0003] Während eines Betriebs eines RESS oder eines anderen batteriegetriebenen Systems ist es allgemein wünschenswert, den Strom und die Spannung zu überwachen, die von der Batterie bereitgestellt werden. Gegenwärtig werden Strom- und Spannungsmesswerte unter Verwendung zweier getrennter Kanäle eines Mikroprozessors beschafft, ein erster Kanal zum Messen einer Spannung und ein zweiter Kanal zum Messen eines Stroms. Obwohl diese Anordnung allgemein in der Lage ist, unter den meisten Bedingungen genaue Messwerte bereitzustellen, ist sie keine typischerweise redundante Anordnung, und daher fehlt ihr die Sicherheit die bei vielen Komponenten allgemein anzutreffen ist. Wenn eine Unregelmäßigkeit bei einem Analog/Digital-Wandler, bei einer Referenzspannung oder einer anderen nicht redundanten Komponente, die bei herkömmlichen Systemen anzutreffen ist, auftreten sollte, wäre diese Unregelmäßigkeit relativ schwierig zu identifizieren.

[0004] Die DE 102 15 405 A1 offenbart ein Verfahren zum Identifizieren von Problemen, die dem Erfassen einer elektrischen Eigenschaft in einem Prozessor zugeordnet sind, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0005] In der DE 10 2004 058 540 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung einer Spannung offenbart, bei denen Mittel zur Unterbrechung einer Energieversorgung an einen Verbraucher während eines Betriebs des Verbrauchers zu Testzwecken geöffnet und geschlossen werden, um die Funktion der Unterbrechungsmittel zu testen, ohne den Betrieb des Verbrauchers zu beeinträchtigen.

[0006] Entsprechend ist es wünschenswert, verbesserte Systeme und Techniken zum Messen von Strömen, Spannungen und/oder anderen elektrischen Eigenschaften bereitzustellen, die genaue Messwerte bereitstellen und in der Lage sind, Probleme zu erkennen, die innerhalb der Messumgebung entstehen können. Darüber hinaus ergeben sich andere wünschenswerte Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung aus der nachfolgenden genauen Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen und dem vorstehenden technischen Gebiet und Hintergrund.

ZUSAMMENFASSUNG

[0007] Gemäß verschiedener beispielhafter Ausführungsformen werden Verfahren und Systeme bereitgestellt, um Probleme in Verbindung mit der Erfassung von elektrischen Eigenschaften in einem Prozessor, der erste, zweite, dritte und vierte Anschlüsse aufweist, zu identifizieren. Bei einer Ausführungsform werden eine erste Referenzspannung an dem ersten Anschluss und eine zweite Referenzspannung an dem zweiten Anschluss empfangen. Erste Daten über die elektrischen Eigenschaften werden von dem dritten Anschluss beschafft und zweite Daten über die elektrischen Eigenschaften werden von dem vierten Anschluss beschafft. Ein erster Wert der elektrischen Eigenschaften wird auf der Grundlage der ersten Daten und der ersten Referenzspannung berechnet und ein zweiter Wert der elektrischen Eigenschaften wird auf der Grundlage der zweiten Daten und der zweiten Referenzspannung berechnet. Ein Referenzverhältnis der ersten Referenzspannung zu der zweiten Referenzspannung und ein Wertverhältnis des ersten Werts zu dem zweiten Wert werden ermittelt und ein Problem wird identifiziert, wenn das Wertverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet.

[0008] Andere Ausführungsformen betreffen Verfahren zur Diagnose von Problemen bei elektrischen Eigenschaften, die einen Strom und eine Spannung umfassen, welche von einem Prozessor gemessen werden, der eine Anzahl von Anschlüssen umfasst. Ein erster Referenzwert wird an einem ersten Anschluss beschafft und ein zweiter Referenzwert wird an einem zweiten Anschluss beschafft. Für erste und zweite Spannungsmesswerte an separaten Anschlüssen sowie für erste und zweite Strommesswerte an separaten Anschlüssen werden Messwerte be-

schaft. Ein erster Wert der Spannung wird auf der Grundlage des ersten Spannungsmesswerts und der ersten Referenzspannung berechnet und ein zweiter Wert der Spannung wird auf der Grundlage des zweiten Spannungsmesswerts und der zweiten Referenzspannung berechnet. Ein erster Wert des Stroms wird auf der Grundlage des ersten Strommesswerts und der ersten Referenzspannung berechnet und ein zweiter Wert des Stroms wird auf der Grundlage des zweiten Strommesswerts und der zweiten Referenzspannung berechnet.

[0009] Der erste Referenzwert wird mit dem zweiten Referenzwert verglichen und ein Problem wird identifiziert, wenn sich der erste und zweite Referenzwert unterscheiden. Die ersten und zweiten Werte der Spannung werden auch verglichen, und das Problem wird identifiziert, wenn sich die ersten und zweiten Werte der Spannung unterscheiden. Die ersten und zweiten Werte des Stroms werden ebenfalls verglichen und ein Problem wird identifiziert, wenn sich die ersten und zweiten Werte des Stroms unterscheiden. Zudem wird ein Wertverhältnis der ersten und zweiten Spannungen mit einem Referenzverhältnis der ersten und zweiten Referenzspannungen verglichen und das Problem wird identifiziert, wenn das Wertverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet. Zudem werden Strommesswerte auf die gleiche Weise verglichen, wie die Spannungen verglichen werden.

[0010] Noch weitere Ausführungsformen stellen ein System zur Messung elektrischer Eigenschaften bereit. Erste und zweite Referenzspannungen werden über Spannungsteilerschaltungen an erste und zweite Anschlüsse eines Prozessors angelegt. Erste und zweite Signalaufbereitungsschaltungen sind mit dritten bzw. vierten Anschlüssen des Prozessors gekoppelt und Spannungs- oder Stromsensoren sind mit den ersten und zweiten Signalaufbereitungsschaltungen gekoppelt. Der Prozessor misst die elektrischen Eigenschaften an den dritten und vierten Anschlüssen und berechnet erste und zweite ratiometrische Werte der elektrischen Eigenschaften, wobei der erste ratiometrische Wert auf einem von dem dritten Anschluss beschafften Messwert und der ersten Referenzspannung beruht und der zweite ratiometrische Wert auf einem von dem vierten Anschluss beschafften Messwert und der zweiten Referenzspannung beruht. Der Prozessor identifiziert ferner ein Problem, wenn ein Verhältnis des ersten ratiometrischen Werts zu dem zweiten ratiometrischen Wert ein Verhältnis des ersten Referenzwerts zu dem zweiten Referenzwert überschreitet.

[0011] Weitere Merkmale und Aspekte verschiedener Ausführungsformen sind nachstehend genauer beschrieben.

Figurenliste

[0012] Der Gegenstand wird hier nachstehend in Verbindung mit den folgenden Zeichnungsfiguren beschrieben, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen, und

Fig. 1A und **Fig. 1B** Schaltpläne beispielhafter Ausführungsformen von Systemen zur Messung und Diagnose elektrischer Eigenschaften, wie etwa Spannungen und Ströme, sind;

Fig. 2 ein Schaltplan einer alternativen beispielhaften Ausführungsform eines Systems zur Messung und Diagnose elektrischer Eigenschaften ist;

Fig. 3 ein Flussdiagramm eines beispielhaften Prozesses zur Bewertung von Spannungsmesswerten ist;

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines beispielhaften Prozesses zur Bewertung von Strommesswerten ist; und

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines beispielhaften Prozesses zur Identifikation von Problemen bei gemessenen elektrischen Eigenschaften ist.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0013] Die folgende Beschreibung betrifft primär Verfahren und Systeme, die mit dem Erfassen von Spannungen und/oder Strömen von Batteriestapeln verbunden sind, etwa denjenigen, die in vielen Hybrid- und Elektro kraftfahrzeugen, Lastwagen und anderen Fahrzeugen anzutreffen sind. Äquivalente Konzepte können jedoch leicht auf beliebige andere Fahrzeug-, Industrie-, Luftfahrt- und/oder andere Umgebungen angewandt werden. In dieser Hinsicht ist die folgende genaue Beschreibung rein beispielhafter Natur und nicht dazu gedacht, die Erfindung oder die Anwendung und Verwendungsmöglichkeiten der Erfindung einzuschränken. Darüber hinaus besteht nicht die Absicht, durch irgendeine explizite oder implizite Theorie gebunden zu sein, die in dem vorstehenden technischen Gebiet, dem Hintergrund, der Kurzzusammenfassung oder der folgenden genauen Beschreibung dargestellt ist.

[0014] Allgemein gesprochen wird die Zuverlässigkeit, Robustheit und Sicherheit eines Strom- und/oder Spannungsmesssystems durch die Verwendung redundanter Erfassungskanäle und die Berechnung redundanter ratiometrischer Werte auf der Grundlage separater Referenzen wesentlich verbessert. Darüber hinaus können durch einen korrekten Entwurf der Architektur des Messsystems beliebige Fehler oder andere Probleme durch die Berechnung verschiedener Verhältnisse und Vergleiche derartiger Verhältnisse miteinander leicht identifiziert werden. Zusätzliche Details sind nachstehend bereitgestellt.

[0015] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf Elemente oder Knoten oder Merkmale, die miteinander „verbunden“ oder „gekoppelt“ sind. Bei der Verwendung hierin bedeutet „verbunden“, sofern es nicht ausdrücklich anderweitig angegeben ist, dass ein Element/Knoten/Merkmal mit einem weiteren Element, Knoten oder einem anderen Merkmal in einem mechanischen, logischen, elektrischen oder anderen geeigneten Sinn direkt verbunden ist (oder direkt damit kommuniziert). Gleichermaßen bedeutet „gekoppelt“, sofern es nicht ausdrücklich anderweitig angegeben ist, dass ein Element/Knoten/Merkmal mit einem weiteren Element/Knoten/Merkmal in einem mechanischen, logischen, elektrischen oder anderen geeigneten Sinn entweder direkt oder indirekt verbunden ist (oder direkt oder indirekt damit kommuniziert). Der Begriff „beispielhaft“ wird in dem Sinn von „Beispiel“ anstatt von „Modell“ verwendet. Darüber hinaus können, obwohl die Figuren beispielhafte Anordnungen von Elementen darstellen können, bei einer praktischen Ausführungsform der Erfindung zusätzliche dazwischenkommende Elemente, Einrichtungen, Merkmale oder Komponenten vorhanden sein.

[0016] Nun auf die Zeichnungsfiguren Bezug nehmend und zuerst mit Bezug auf **Fig. 1A** umfasst ein beispielhaftes System **100** zur Messung und Bewertung elektrischer Spannungen entsprechend einen Prozessor **102**, zwei oder mehr Schaltungen, die Referenzspannungen **112**, **113** bereitstellen, und geeignete Schaltungen zum Empfangen und Verarbeiten von Spannungssignalen **134**, die von einem Batteriestapel oder einem anderen zu überwachenden Objekt empfangen werden. Bei der in **Fig. 1A** gezeigten beispielhaften Ausführungsform sind nur Spannungsmessungen gezeigt; alternative Ausführungsformen können nach Wunsch primär oder vollständig auf das Erfassen von Strom, Spannung, anderen elektrischen Effekten (z. B. einer Impedanz) und/oder einer beliebigen Kombination von Effekten ausgerichtet sein. **Fig. 1B** zeigt ein beispielhaftes System **150** zur Erfassung elektrischer Ströme; in der Praxis können die Systeme **100** und **150** an einem gemeinsamen Prozessor **102** gleichzeitig eingesetzt werden, wie nachstehend genauer beschrieben ist.

[0017] Bei den Systemen **100** und **150**, die in **Fig. 1A** bzw. **Fig. 1B** gezeigt sind, wird die Zuverlässigkeit durch mehrere Merkmale verbessert. Erstens wird eine Spannung an zwei separaten Anschlüssen **106**, **108** des Prozessors **102** in **Fig. 1** erfasst, wodurch eine Redundanz bereitgestellt wird. Auf ähnliche Weise zeigt **Fig. 1B**, dass ein Strom an zwei separaten Anschlüssen **152**, **154** des Prozessors **102** erfasst wird. In jedem Fall können Werte der gemessenen Größe mit Bezug auf Referenzsignale, die an Anschlüsse **104**, **110** des Prozessors **102** angelegt sind, ratiometrisch bestimmt werden, wodurch ein zusätzliches Redundanzniveau bereitgestellt wird und auch

eine bequeme Verifikation von erfassten Messwerten durch Vergleiche von Verhältnissen ermöglicht wird, wie nachstehend genauer beschrieben ist.

[0018] Weiter mit Bezug auf **Fig. 1A** und **Fig. 1B** ist der Prozessor **102** ein(e) beliebige(s) Einrichtung, Komponente, Schaltung, System oder Logik, die bzw. das zur Erfassung elektrischer Eigenschaften und zur Verarbeitung der erfassten Werte wie hier beschrieben in der Lage ist. Bei verschiedenen Ausführungsformen ist der Prozessor **102** mit einem herkömmlichen Mikroprozessor oder Mikrocontroller implementiert, der zur Ausführung von Instruktionen in der Lage ist, die in einem zugehörigen Arbeitsspeicher oder einem anderen digitalen Speicher gespeichert sind. Der Prozessor **102** umfasst typischerweise eine beliebige Anzahl von Anschlüssen **104**, **106**, **108**, **110**, wie in **Fig. 1A** gezeigt ist (sowie Anschlüsse **152**, **154** in **Fig. 1B**). Bei verschiedenen Ausführungsformen ist jeder dieser Anschlüsse ein Signalkontakt an einer Controllereinrichtung mit eingebauten Analog/Digital-Wandlungsmerkmalen. Bei derartigen Ausführungsformen kann eine an den Anschluss angelegte Analogspannung leicht in eine digitale Darstellung der Spannung mit einer beliebigen gewünschten Auflösung umgesetzt werden. Gebräuchliche A/D-Funktionen, die in vielen herkömmlichen Mikrocontrollereinrichtungen verfügbar sind, unterstützen Auflösungen von etwa zehn bis etwa vierzehn Bits, obwohl andere Ausführungsformen nach Wunsch eine größere oder kleinere Auflösung verwenden können.

[0019] Die Referenzspannungen **112**, **113** sind jeweils Spannungs- oder andere elektrische Signale, die relativ konstant sind und die eine Referenz für von dem Prozessor **102** durchgeführte Messungen bereitstellen. Bei verschiedenen Ausführungsformen beruhen die Referenzspannungen **112**, **113** auf einer Batterie- oder einer anderen relativ konstanten Spannung. Typischerweise werden diese Spannungen **112**, **113** so konzipiert, dass sie einander mit relativ geringer Abweichung folgen (z. B. nicht mehr als etwa 0,1- 0,2 Prozent, obwohl andere Ausführungsformen mit anderen Parametern konzipiert sein können).

[0020] Jede Referenzspannung **112**, **113** ist durch eine Spannungsteilerschaltung an einen Anschluss **104**, **110** des Prozessors **102** angelegt, die jeweils einen Reduktionswiderstand **114**, **115** und einen Erfassungswiderstand **116**, **117** umfasst. Bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform sind die Widerstände **114-117** so gezeigt, dass sie mit herkömmlichen Widerständen implementiert sind, um einen DC-Spannungsteiler zu schaffen, der die Referenzspannungen **112**, **113** auf ein Sollniveau skaliert. Allgemein gesprochen werden die Widerstandswerte der Widerstände **114** und **115** viel größer als die Widerstandswerte der Erfassungswiderstände **116**, **117** sein, sodass die an den Anschlüssen **104**, **110** er-

fassten Referenzwerte wesentlich niedriger als die angelegten Spannungen **112**, **113** sind. Die Reduktionswiderstände **114**, **115** können beispielsweise Widerstandswerte in der Größenordnung des Zwanzigfachen oder mehr der Widerstandswerte der Erfassungswiderstände **116**, **117** aufweisen. Allgemein gesprochen ist es wünschenswert, die Entwurfstoleranzen und die Variationen, für die Widerstände **114-117** zulässig sind, zu beschränken. Bei einer Ausführungsform können für eine Gesamttoleranz von etwa $\pm 1\%$ Nenntoleranzen von etwa $\pm 0,5\%$ zusätzlich zu weiteren $\pm 0,5\%$ Toleranz aufgrund der Zeit, der Temperatur oder anderer Faktoren zulässig sein. Wiederum können nach Wunsch andere Ausführungsformen mit anderen Toleranzen konzipiert sein.

[0021] Aus Gründen, die aus der nachstehenden Erörterung offensichtlicher werden, kann es bei vielen Ausführungsformen gewünscht sein, die Referenzspannungen **112**, **113** und die zugehörige Spannungsteilerschaltung derart zu entwerfen, dass die Nenntoleranz für die erfassten Referenzspannungen größer als die Toleranz ist, die für die detektierten Signale zulässig ist. Darüber hinaus ist es allgemein wünschenswert, dass die Gesamttoleranz des Referenzspannungserfassungsmechanismus so konzipiert ist, dass sie größer als die Nenntoleranz der Referenzspannungen ist, und dass die absolute Spannungsdifferenz zwischen den Referenzspannungen **112**, **113** noch größer ist. Jede dieser Toleranzen sollte kleiner als das Verhältnis der Reduktionswiderstände **114**, **115** zu den Erfassungswiderständen **116**, **117** sein. Dieses Konzept wird wiederum nachstehend genauer angesprochen.

[0022] Die Anschlüsse **106**, **108**, **152**, **154** des Prozessors **102** werden verwendet, um elektrische Eigenschaften, wie etwa die Spannung **134** und/oder den Strom **135** zu erfassen. Bei der in **Fig. 1A** gezeigten Ausführungsform wird die erfasste Spannung **134** durch einen Spannungsteiler angelegt, der aus einem Reduktionswiderstand **138** und einem Erfassungswiderstand **140** besteht, um die empfangene Spannung (welche im Fall eines Batteriestapels oder dergleichen ziemlich hoch sein kann) auf ein Niveau zu skalieren, das im Bereich der A/D-Merkmale an den Anschlüssen **106**, **108** liegt. Die skalierte Spannung kann ferner nach Wunsch mit einem Spannungssignalkonfigurationsmodul **130** eingestellt werden. Bei verschiedenen Ausführungsformen stellt das Konfigurationsmodul **130** einfach eine Pull-up- oder eine Pull-down-Impedanz bereit, die mit einem geeigneten Referenzsignal (z. B. Masse) verbunden ist, um ungewünschte kurzzeitige elektrische Ausgleichsvorgänge zu verhindern und/oder um die empfangene Spannung weiter auf ein gewünschtes Niveau zu skalieren.

[0023] Bei der in **Fig. 1B** gezeigten Ausführungsform ist der Stromsensor **142** eine beliebige Einrichtung, Schaltung, Logik oder dergleichen, die zur Bereitstellung einer Anzeige des Stroms **135** in der Lage ist. Bei verschiedenen Ausführungsformen ist der Stromsensor **142** ein herkömmlicher Halleffektsensor. Bei anderen Ausführungsformen ist der Stromsensor **142** einfach eine Shunt-Schaltung, die den Strom **135** durch einen bekannten Widerstandswert führt, um einen Spannungsausgang gemäß dem ohmschen Gesetz zu erzeugen. Bei noch weiteren Ausführungsformen kann der Stromsensor **142** durch einen oder mehrere Widerstandssensoren **144** ersetzt (oder ergänzt) sein, wie etwa Thermistoren und/oder dergleichen. Bei derartigen Ausführungsformen stellen die Sensoren **144** eine Ausgangsspannung bereit, die auf die gleiche Weise wie der Ausgang des Stromsensors **142** verarbeitet werden kann.

[0024] Die Ausgänge des Stromsensors **132** und/oder der Sensoren **144** können vor dem Erfassen auf irgendeine Weise konfiguriert werden. Zum Beispiel kann eine Stromsignalkonfigurationsschaltung **132** Pull-up- oder Pull-down-Impedanzen und/oder eine andere Skalierung ähnlich wie die vorstehend beschriebene Spannungskonfigurationsschaltung **130** bereitstellen. Bei verschiedenen Ausführungsformen stellt die Konfigurationsschaltung **132** einfach einen Widerstand oder eine andere Impedanz bereit, die eine Skalierung oder eine andere Einstellung in den Spannungserfassungsbereich der Anschlüsse **106**, **108** ermöglicht.

[0025] Die Zuverlässigkeit und Sicherheit erfasster Daten wird durch Redundanz wesentlich verbessert. Folglich zeigen **Fig. 1A** und **Fig. 1B**, dass die Spannungssignale und Stromsignale beide an mehrere Anschlüsse des Prozessors **102** angelegt sind. Beispielsweise zeigt **Fig. 1A**, dass die erfasste Spannung an beide Anschlüsse **106** und **108** angelegt ist; **Fig. 1B** zeigt auf ähnliche Weise, dass der erfasste Strom an die Anschlüsse **152** und **154** angelegt ist. Wie nachstehend genauer beschrieben ist, können an den zwei Anschlüssen erfasste Spannungen und/oder Ströme mit Bezug auf separate Referenzwerte, die an den Anschlüssen **104**, **110** empfangen werden, analysiert werden, um ratiometrische und andere Werte zu berechnen, die weiter analysiert werden können, um geeignete Toleranzen zuzulassen, während Fehler oder andere Probleme, die auftreten können, detektiert werden. Derartige Analysetechniken sind nachstehend mit Bezug auf **Fig. 3-5** beschrieben.

[0026] Signalaufbereitungsschaltungen **118-121** sind beliebige Schaltungen oder andere Module, die in der Lage sind, Signale weiter aufzubereiten, die an die Anschlüsse des Prozessors **102** angelegt sind. Bei verschiedenen Ausführungsformen umfasst jede Schaltung **118-121** ein Spannungsspeicherelement

(z. B. einen Kondensator **126**, **127**, **128**, **129**), das zur Speicherung einer elektrischen Ladung für eine nachfolgende Erfassung in der Lage ist. Jede Schaltung **118-121** umfasst auch ein Spannungselement (z. B. Widerstände **122**, **123**, **124**, **125** in **Fig. 1A-B**, obwohl Induktivitäten äquivalent verwendet werden können), das die Spannungselemente **126-129** voneinander elektrisch isoliert. Allgemein gesprochen wirken die Aufbereitungsschaltungen **118-121** als Tiefpassrauschfilter, um die Qualität von an den Prozessor **102** angelegten Signalen zu verbessern.

[0027] **Fig. 1A** zeigt, dass das Spannungssignal am Knoten **146** sowohl an den Anschluss **106** als auch **108** angelegt ist, um Redundanz und die Fähigkeit zur Berechnung ratiometrischer Werte mit Bezug auf zwei verschiedene Referenzwerte bereitzustellen. Es wird angemerkt, dass die Aufteilung des Spannungssignals vor den Aufbereitungsschaltungen **118-121** stattfindet, um ein zusätzliches Redundanzniveau bereitzustellen; das heißt, dass dann, wenn irgendeine Komponente in irgendeiner einzelnen Schaltung **118-121** ausfallen sollte, dieses Problem durch die verschiedenen Werte, die an den Anschlüssen **106**, **108** empfangen werden, detektierbar ist.

[0028] **Fig. 1B** zeigt auf ähnliche Weise, dass das Stromsignal (dargestellt durch die Spannung bei Knoten **148**) an die beiden Anschlüsse **152** und **154** über Schaltungen **119** bzw. **121** angelegt ist. Dies ermöglicht, dass Strommesswerte ähnlich wie das vorstehend beschriebene Spannungssignal **146** redundant überprüft werden können. Bei einer in **Fig. 2** gezeigten alternativen Ausführungsform können jedoch zwei separate Stromsensoren bereitgestellt sein, wobei Eingaben von jedem Sensor an separate Anschlüsse **152**, **154** in dem Prozessor **102** bereitgestellt sind.

[0029] Nun mit Bezug auf **Fig. 2** umfasst ein beispielhaftes System **200** zur Erfassung eines Stroms **135** von einem Batteriestapel oder dergleichen auf geeignete Weise einen hochauflösenden Stromsensor **242** und einen separaten Stromsensor **244** mit hoher Größe. Typischerweise wird der Stromsensor **244** mit hoher Größe über einen größeren Dynamikbereich als der hochauflösende Sensor **242** verfügen, aber der hochauflösende Sensor wird eine verbesserte Genauigkeit/Auflösung bereitstellen, die von dem Stromsensor **244** mit hoher Größe nicht verfügbar ist. Bei dieser Ausführungsform werden an den zwei Kanälen **152**, **154** erfasste Ströme typischerweise über den gesamten Erfassungsbereich nicht direkt miteinander verglichen, sondern werden stattdessen nur über denjenigen Abschnitt des Erfassungsbereichs verglichen, in welchem sich die zwei Sensoren **242**, **244** überschneiden, wie nachstehend genauer beschrieben ist.

[0030] Obwohl **Fig. 2** der Einfachheit halber die Spannungserfassungsschaltung nicht zeigt, kann auch eine Spannungserfassung bereitgestellt sein. Die Spannungserfassungsschaltung kann mit anderen Anschlüssen (z. B. den Anschlüssen **106**, **108** in **Fig. 1A**) auf beliebige Weise gekoppelt sein, um ein Erfassen von sowohl dem Strom als auch der Spannung unter Verwendung eines gemeinsamen Satzes von Referenzen **112**, **113** zu ermöglichen.

[0031] Im Betrieb werden die Ströme **135** und die Spannungen **134** an den Anschlüssen des Prozessors **102** unter Verwendung herkömmlicher Abtast- und A/D-Techniken erfasst, die häufig von vielen Prozessoren **102** bereitgestellt werden. Die resultierenden Werte können auf beliebige Weise verarbeitet werden. **Fig. 3-5** zeigen verschiedene Techniken, die eine sichere und zuverlässige Erfassung elektrischer Eigenschaften sowie eine effektive Identifikation von Problemen ermöglichen, die im Betrieb in den Systemen **100/150/200** auftreten können.

[0032] Die verschiedenen Schritte, die in **Fig. 3-5** gezeigt sind, stellen eine Logik dar, die durch Hardware, Software, Firmware oder dergleichen ausgeführt werden kann. Bei einer beispielhaften Ausführungsform sind die in **Fig. 3** gezeigten verschiedenen Schritte und Merkmale in einer Software/Firmware implementiert, die im Flash oder einem anderen Speicher, der dem Prozessor **102** zugeordnet ist, gespeichert ist, und die von dem Prozessor **102** ausgeführt werden kann. Andere Ausführungsformen können Softwareanweisungen in Quell- oder Objectcodeform auf einem beliebigen digitalen Speichermedium, etwa irgendeiner Art von Speicher, tragbarem Medium oder Massenspeicher zur Ausführung durch irgendeinen Prozessor oder Controller speichern.

[0033] Mit Bezug nun auf **Fig. 3** umfasst eine beispielhafte Technik zur Messung der Spannung **134** auf geeignete Weise die weit gefassten Schritte des Beschaffens von Referenz- und Spannungsdaten (Schritt **302**), des Berechnens erster und zweiter Werte (Schritt **304**) und des Vergleichens (Schritt **310**) von Verhältnissen der ersten und zweiten Werte (Schritt **308**) und der Referenzspannungen (Schritt **306**). Wenn das Verhältnis der erfassten Spannungen das Verhältnis der Referenzwerte überschreitet (Schritt **310**), wird ein Problem in dem System **100** identifiziert (Schritt **312**). Die Verarbeitung wird wiederholt oder fährt nach Wunsch auf andere Weise fort (Schritt **314**).

[0034] Referenz- und Spannungsmesswerte werden auf beliebige Weise beschafft (Schritt **302**). Bei verschiedenen Ausführungsformen werden Referenzwerte unter Verwendung von A/D-Messungen an den Anschlüssen **104** und **110** (**Fig. 1A**) von Prozessor **102** beschafft, wie vorstehend beschrieben ist. Spannungsmesswerte von dem System **100** werden auch

unter Verwendung separater A/D-Bänke (z. B. der Anschlüsse **106**, **108**) des Prozessors **102** beschafft.

[0035] Bei verschiedenen Ausführungsformen werden die gemessenen Spannungswerte ratiometrisch dargestellt. Das heißt, die gemessenen Spannungen werden als ein Verhältnis zu einer Referenz (z. B. den Referenzen **112**, **113**) ausgedrückt. Dies kann bei verschiedenen Ausführungsformen erreicht werden, indem die gemessene Spannung einfach durch die Referenz dividiert wird. Zum Beispiel kann eine an dem Anschluss **106** (**Fig. 1A**) gemessene Spannung durch den Wert der an dem Anschluss **104** gemessenen Referenz dividiert werden, und die an dem Anschluss **108** gemessene Spannung kann durch die an dem Anschluss **110** gemessene Referenz dividiert werden. Durch Bereitstellen des konfigurierten Spannungssignals (z. B. der Spannung an dem Knoten **146** in **Fig. 1A**) an zwei Anschlüsse **106**, **108** am Prozessor **102** und dann durch Ausdrücken der gemessenen Spannungen als Verhältnisse zu Referenzen, die an den Anschlüssen **104**, **110** gemessen werden, kann in das System **100** zusätzliche Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebaut werden.

[0036] Zusätzliche Sicherheit kann erhalten werden, indem verschiedene Vergleiche der gemessenen Signale ausgeführt werden. Die gemessenen und/oder berechneten ratiometrischen Spannungswerte können beispielsweise miteinander verglichen werden und ein Problem kann identifiziert werden, wenn sie sich wesentlich unterscheiden (z. B. um mehr als einen Schwellenwertbetrag). Ein Problem kann auch identifiziert werden, wenn sich die Referenzwerte, die an den Anschlüssen **104** und **110** gemessen werden, wesentlich unterscheiden. Noch darüber hinaus kann ein Verhältnis der gemessenen Spannungswerte (z. B. der an den Anschlüssen **106**, **108** gemessenen Werte) bestimmt werden (Schritt **306**) und mit dem Verhältnis der gemessenen Referenzwerte, die an den Anschlüssen **104**, **110** gemessen werden, verglichen werden (Schritt **308**). Wenn das Verhältnis der gemessenen Spannungseigenschaften das Verhältnis der gemessenen Referenzsignale überschreitet, dann kann ein Problem identifiziert (Schritt **312**) und angemessen angesprochen werden.

[0037] „Probleme“ können eine beliebige Art von Inkonsistenz, Fehler oder anderer Nichtkonformität von Interesse bezeichnen. Bei verschiedenen Ausführungsformen sind Probleme irgendwelche interessierenden Bedingungen, die aus den verschiedenen Vergleichen redundanter Elemente in dem System **100** identifiziert werden. Probleme können aus mechanischen oder elektrischen Varianzen aufgrund von Defekten, Ausfall, Umwelteinflüssen und/oder anderen Faktoren resultieren.

[0038] Probleme können auf beliebige Weise angesprochen werden. Bei verschiedenen Ausführungs-

formen kann Schritt **312** umfassen, dass eine Gegenmaßnahme ergriffen wird (z. B. ein Abschalten oder eine andere Modifikation des Betriebs eingeleitet wird), eine Warnung oder ein anderes Anzeigesignal an einen Bediener oder Steuerungsprozess bereitgestellt wird, eine oder mehrere Komponenten zur weiteren Analyse markiert werden, ein Eintrag in ein Datenlogbuch vorgenommen wird oder irgendwelche anderen Maßnahmen ergriffen werden, wie es für die spezielle Ausführungsform angemessen ist.

[0039] **Fig. 4** zeigt einen beispielhaften Prozess **400**, der zum Messen von Strom, wie etwa des Stroms **135**, unter Verwendung eines der in **Fig. 1B** und **Fig. 2** gezeigten Systeme **150**, **200** geeignet ist. Der Prozess **400** umfasst auf geeignete Weise die weit gefassten Schritte des Beschaffens von Referenz- und Datenwerten (Schritt **402**), des Bestimmens der Strommesswerte an jedem Anschluss mit Bezug auf die beobachteten Referenzen (Schritte **404**, **406**), des Bestimmens von Verhältnissen der gemessenen Referenzen und der gemessenen Stromsignale (Schritte **408** bzw. **410**) und des Identifizierens eines Problems (Schritt **414**), wenn das erfasste Stromverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet (Schritt **412**). Der Prozess **400** kann auf einer beliebigen Zeitbasis (Schritt **416**) wiederholt oder fortgesetzt werden.

[0040] Der Prozess **400** arbeitet sehr ähnlich wie der Prozess **300**, der vorstehend beschrieben ist, speziell bei Ausführungsformen, die wie in **Fig. 1B** ausgestaltet sind, wobei ein einziger Stromsensor letztendlich ein Shunt-Signal an beide Erfassungsanschlüsse **152** und **154** liefert. Bei derartigen Ausführungsformen werden die an jeden der Anschlüsse **104**, **152**, **154** und **110** angelegten Spannungen digitalisiert, wobei die Anschlüsse **104** und **110** Referenzwerte bereitstellen und die Anschlüsse **152**, **154** Werte für den gemessenen Strom bereitstellen. Bei Ausführungsformen, die mit zwei Stromsensoren **242**, **244** wie in **Fig. 2** ausgestaltet sind, stellt jeder Sensor **242**, **244** jeweils ein Stromsignal an einen Anschluss **152**, **154** bereit, um zur Redundanz mehrere Strommessungen zu ermöglichen.

[0041] Schritt **402** umfasst dann, dass A/D-Eingaben von jedem der Anschlüsse **104**, **152**, **154**, **110** beschafft werden, um Werte für zwei Referenzsignale und zwei Strommesswerte zu sammeln. Einer der Strommesswerte kann mit einem ersten der Referenzwerte ratiometrisch ausgedrückt werden (Schritt **404**) und der andere Messwert kann mit dem anderen Referenzwert ratiometrisch ausgedrückt werden (Schritt **406**). Auch ein Verhältnis der zwei Referenzwerte kann berechnet werden (Schritt **408**).

[0042] Wie der vorstehende Prozess **300** ermöglicht auch der Prozess **400**, dass Verhältnisse gemessener Werte mit Verhältnissen von Referenzsigna-

len verglichen werden, um Probleme zu identifizieren (Schritte **412**, **414**). Bei Ausführungsformen, die zwei verschiedene Stromsensoren **242**, **244** bereitstellen, kann es wünschenswert sein, Werte oder Verhältnisse nur zu vergleichen, wenn der Strom in einem gemeinsamen Empfindlichkeitsbereich liegt. Das heißt, dass es möglicherweise nicht wünschenswert ist, gemessene Stromwerte zu vergleichen, die außerhalb des Bereichs des Sensors **242** liegen, wenn der Sensor **244** einen größeren Dynamikbereich als der Sensor **242** aufweist. Bei Ausführungsformen, in denen ein einziger Sensor **135** beide Stromwerte bereitstellt oder bei denen ähnliche Sensoren **242**, **244** verwendet werden, können eine Messung und ein Vergleich über den gesamten Empfindlichkeitsbereich für den oder die Sensoren stattfinden.

[0043] Fig. 5 zeigt einen beispielhaften Prozess **500** zur Diagnose und Identifikation von Problemen, die in einem Strom- und Spannungsmesssystem auftreten können. Der Prozess **500** beginnt mit dem Sammeln von Daten an den Anschlüssen **104**, **106**, **108**, **152**, **154** und/oder **110**, um Referenzwerte, Stromwerte und/oder Spannungswerte aufzunehmen, die bei der nachfolgenden Verarbeitung verwendet werden können (Schritt **502**). Aus den gemessenen Werten und den Referenzwerten werden auf geeignete Weise ratiometrische Werte für die Spannungs- und Strommessungen bestimmt (Schritt **504**). Zum Beispiel können zwei oder mehr ratiometrische Spannungswerte aus den an den Anschlüssen **106** und **108** empfangenen Signalen mit Bezug auf die an den Anschlüssen **104** bzw. **110** gemessenen Referenzspannungen berechnet werden. Auf ähnliche Weise können unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Techniken ratiometrische Werte von einem oder mehreren Stromsensoren beschafft werden.

[0044] Wenn Daten aufgenommen und verarbeitet werden, kann eine Anzahl von Vergleichen ausgeführt werden, um irgendwelche Probleme zu identifizieren, die aufgetreten sein können (Schritt **522**). Bei verschiedenen Ausführungsformen können die zwei Referenzwerte (z. B. die an den Anschlüssen **104** und **110** gemessenen Werte) miteinander verglichen werden (Schritt **506**), wobei irgendwelche Unterschiede (Schritt **508**) ein Problem identifizieren. Berechnete Spannungswerte (Schritt **510**) können ebenfalls miteinander verglichen werden, um irgendwelche Unterschiede (Schritt **512**) zu identifizieren, wie auch berechnete Stromwerte (Schritt **514**), vorausgesetzt, dass der erfasste Strom bei Ausführungsformen, die mehrere Sensoren **242**, **244** mit verschiedenen Empfindlichkeitsbereichen bereitstellen, im Bereich beider Stromsensoren **242**, **244** liegt. Irgendwelche Unterschiede bei der Strommessung (Schritt **516**) können auf geeignete Weise ein Problem identifizieren. Darüber hinaus können weiterhin Verhältnisse von Spannungsmesswerten, Strommesswerten und/oder Referenzsignalmesswerten verglichen werden (Schritt

518), wobei Unterschiede (Schritt **520**) auf geeignete Weise ein Problem anzeigen.

[0045] Die in den Schritten **508**, **512**, **516** und **520** erkannten verschiedenen Unterschiede können ein Toleranzniveau berücksichtigen; das heißt, dass allgemein kein Problem identifiziert wird, wenn die Differenz zwischen den zwei Werten kleiner als ein Schwellenwertniveau ist. Der spezielle verwendete Schwellenwert kann von Ausführungsform zu Ausführungsform wesentlich variieren und kann bei einigen Ausführungsformen effektiv null sein (z. B. wird nur eine kleine oder keine Differenz toleriert).

[0046] Wie vorstehend angemerkt können Probleme auf beliebige Weise identifiziert und angesprochen werden (Schritt **522**) etwa durch Bereitstellen eines Anzeigeausgangssignals, Lenken eines Steuerungsprozesses zum Abschalten oder einer anderweitigen Verstellung des Betriebs oder dergleichen. Der Prozess **500** kann nach Wunsch auf einer beliebigen Zeitbasis wiederholt werden oder fortfahren (Schritt **524**).

[0047] Obwohl mindestens eine beispielhafte Ausführungsform in der vorstehenden genauen Beschreibung dargestellt wurde, ist festzustellen, dass eine große Anzahl an Variationen existiert. Es ist auch festzustellen, dass die beispielhafte Ausführungsform oder die beispielhaften Ausführungsformen nur Beispiele sind und nicht dazu gedacht sind, den Umfang, die Anwendbarkeit oder die Ausgestaltung des erfinderischen Gegenstands in irgendeiner Weise einzuschränken. Stattdessen wird die vorstehende genaue Beschreibung Fachleuten eine brauchbare Anleitung zur Implementierung der beispielhaften Ausführungsform oder der beispielhaften Ausführungsformen bereitstellen. Es versteht sich, dass in der Funktion und Anordnung von Elementen verschiedene Änderungen durchgeführt werden können, ohne den Umfang des erfinderischen Gegenstands zu verlassen, wie er in den beigefügten Ansprüchen und deren juristischen Äquivalenten offenlegt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Identifizieren von Problemen, die dem Erfassen einer elektrischen Eigenschaft in einem Prozessor (102) zugeordnet sind, der einen ersten (104), zweiten (110), dritten (106) und vierten (108) Anschluss aufweist, wobei das Verfahren umfasst, dass:
eine erste Referenzspannung (112) an dem ersten Anschluss (104) und eine zweite Referenzspannung (113) an dem zweiten Anschluss (110) empfangen werden;
erste Daten über die elektrische Eigenschaft an dem dritten Anschluss (106) und zweite Daten über die elektrischen Eigenschaften an dem vierten An-

schluss (108) gemessen werden, wobei die ersten Daten und die zweiten Daten redundant sind;
 ein erster Wert der elektrischen Eigenschaft auf der Grundlage der ersten Daten und der ersten Referenzspannung (112) und ein zweiter Wert der elektrischen Eigenschaft auf der Grundlage der zweiten Daten und der zweiten Referenzspannung (113) berechnet werden;
 ein Referenzverhältnis der ersten Referenzspannung (112) zu der zweiten Referenzspannung (113) und ein Wertverhältnis des ersten Werts zu dem zweiten Wert bestimmt werden; und
 ein Problem identifiziert wird, wenn das Wertverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Referenzspannung (112) und die zweite Referenzspannung (113) um nicht mehr als etwa 0,2 Prozent voneinander abweichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst, dass der erste und zweite Wert miteinander verglichen werden und das Problem identifiziert wird, wenn sich der erste und zweite Wert unterscheiden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner umfasst, dass die erste (112) und zweite (113) Referenzspannung miteinander verglichen werden und das Problem identifiziert wird, wenn sich der erste und zweite Wert voneinander unterscheiden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst, dass die erste (112) und zweite (113) Referenzspannung miteinander verglichen werden und das Problem identifiziert wird, wenn sich der erste und zweite Wert voneinander unterscheiden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Identifizierens umfasst, dass ein Signal ausgegeben wird, wenn das Problem identifiziert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste und zweite Wert der elektrischen Eigenschaft ratiometrisch berechnet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die elektrische Eigenschaft eine Spannung umfassen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die elektrische Eigenschaft einen Strom umfassen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der erste Wert der Strommessung und der zweite Wert der Strommessung von einem gemeinsamen Stromsensor (142) beschafft werden.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der erste Wert der Strommessung von einem ersten Stromsensor (242) beschafft wird und der zweite Wert der Strommessung von einem zweiten Stromsensor (244) beschafft wird, der sich von dem ersten

Stromsensor (242) unterscheidet, wobei die ersten und zweiten Stromsensoren (242, 244) verschiedene Empfindlichkeitsbereiche aufweisen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Bestimmen des Wertverhältnisses umfasst, dass das Verhältnis über den Empfindlichkeitsbereich bestimmt wird, der dem ersten (242) oder dem zweiten (244) Stromsensor zugeordnet ist.

12. Verfahren zum Diagnostizieren von Problemen bei elektrischen Eigenschaften, die einen Strom und eine Spannung umfassen, die von einem Prozessor (102) gemessen werden, der einen ersten Anschluss (104), einen zweiten Anschluss (110), einen dritten Anschluss (106), einen vierten Anschluss (108), einen fünften Anschluss (152) und einen sechsten Anschluss (154) aufweist, wobei das Verfahren umfasst, dass:

eine erste Referenzspannung (112) an dem ersten Anschluss (104) und eine zweite Referenzspannung (113) an dem zweiten Anschluss (110) gemessen werden, wobei die erste Referenzspannung (112) und die zweite Referenzspannung (113) um nicht mehr als etwa 0,2 Prozent voneinander abweichen;
 eine erste Spannungsmessung an dem dritten Anschluss (106), eine zweite Spannungsmessung an dem vierten Anschluss (108), eine erste Strommessung an dem fünften Anschluss (152) und eine zweite Strommessung an dem sechsten Anschluss (154) durchgeführt werden;

ein erster Wert der Spannung auf der Grundlage der ersten Spannungsmessung und der ersten Referenzspannung (112), ein zweiter Wert der Spannung auf der Grundlage der zweiten Spannungsmessung und der zweiten Referenzspannung (113), ein erster Wert des Stroms auf der Grundlage der ersten Strommessung und der ersten Referenzspannung (112) und ein zweiter Wert des Stroms auf der Grundlage der zweiten Strommessung und der zweiten Referenzspannung (113) berechnet werden;

die erste Referenzspannung (112) mit der zweiten Referenzspannung (113) verglichen wird und ein Problem identifiziert wird, wenn sich die erste (112) und zweite (113) Referenzspannung unterscheiden;
 der erste und zweite Wert der Spannung verglichen werden und das Problem identifiziert wird, wenn sich der erste und zweite Wert der Spannung unterscheiden;

der erste und zweite Wert des Stroms verglichen werden und das Problem identifiziert wird, wenn sich der erste und zweite Wert des Stroms unterscheiden; und ein Wertverhältnis der ersten und zweiten Spannung mit einem Referenzverhältnis der ersten (112) und zweiten (113) Referenzspannung verglichen wird und das Problem identifiziert wird, wenn das Wertverhältnis das Referenzverhältnis überschreitet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der erste Wert der Spannung und der erste Wert des Stroms

jeweils ratiometrische Werte sind, die mit Bezug auf die erste Referenzspannung (112) bestimmt werden, und wobei der zweite Wert der Spannung und der zweite Wert des Stroms jeweils ratiometrische Werte sind, die mit Bezug auf die zweite Referenzspannung (113) bestimmt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die ersten und zweiten Werte über einen begrenzten Bereich verglichen werden.

15. System (100, 150, 200) zur Messung einer elektrischen Eigenschaft, wobei das System umfasst: einen Prozessor (102) mit einem ersten Anschluss (104), einem zweiten Anschluss (110), einem dritten Anschluss (106, 152, 206) und einem vierten Anschluss (108, 154, 208); eine erste Referenzspannungsschaltung, die zum Anlegen einer ersten Referenzspannung (112) an den ersten Anschluss (104) des Prozessors (102) ausgestaltet ist, wobei die erste Referenzspannungsschaltung einen ersten Reduktionswiderstand (114) und einen ersten Erfassungswiderstand (116), die als ein Spannungsteiler ausgestaltet sind, umfasst; eine zweite Referenzspannungsschaltung, die zum Anlegen einer zweiten Referenzspannung (113) an den zweiten Anschluss (110) des Prozessors (102) ausgestaltet ist, wobei die zweite Referenzspannungsschaltung einen zweiten Reduktionswiderstand (115) und einen zweiten Erfassungswiderstand (117), die als ein Spannungsteiler ausgestaltet sind, umfasst, wobei die erste Referenzspannung (112) und die zweite Referenzspannung (113) um nicht mehr als etwa 0,2 Prozent voneinander abweichen; eine erste Signalaufbereitungsschaltung (118, 119), die mit dem dritten Anschluss (106, 152, 206) des Prozessors (102) gekoppelt ist; eine zweite Signalaufbereitungsschaltung (120, 121), die mit dem vierten Anschluss (108, 154, 208) des Prozessors (102) gekoppelt ist; und einen Spannungssensor, der mit den ersten (118) und zweiten (120) Signalaufbereitungsschaltungen gekoppelt ist; wobei der Prozessor (102) ausgestaltet ist, um die elektrische Eigenschaft an den dritten (106, 152, 206) und vierten (108, 154, 208) Anschlüssen zu messen und erste und zweite ratiometrische Werte der elektrischen Eigenschaft zu berechnen, wobei der erste ratiometrische Wert auf einem von dem dritten Anschluss (106, 152, 206) beschafften Messwert und der ersten Referenzspannung (112) beruht und der zweite ratiometrische Wert auf einem von dem vierten Anschluss (108, 154, 208) beschafften Messwert und der zweiten Referenzspannung (113) beruht, und wobei der Prozessor (102) ferner ausgestaltet ist, um ein Problem zu identifizieren, wenn ein Verhältnis des ersten ratiometrischen Werts zu dem zweiten ratiometrischen Wert ein Verhältnis der ersten Referenz-

spannung (112) zu der zweiten Referenzspannung (113) überschreitet.

16. System (100, 150, 200) nach Anspruch 15, wobei die Widerstandswerte des ersten (114) und zweiten (115) Reduktionswiderstands größer als die Widerstandswerte des ersten (116) bzw. zweiten (117) Erfassungswiderstands sind.

17. System nach Anspruch 15, wobei die Widerstandswerte des ersten (114) und zweiten (115) Reduktionswiderstands mindestens zwanzigmal so groß wie die Widerstandswerte des ersten (116) bzw. des zweiten (117) Erfassungswiderstands sind.

18. System (150) nach Anspruch 15, das ferner einen Stromsensor (142) umfasst, der gekoppelt ist, um ein Stromsignal an die dritten (152) und vierten (154) Anschlüsse des Prozessors (102) bereitzustellen, und wobei der Prozessor (102) ferner ausgestaltet ist, um das Stromsignal an den dritten (152) und vierten (154) Anschlüssen zu messen und um erste und zweite ratiometrische Werte des Stromsignals zu berechnen, wobei der erste ratiometrische Wert des Stromsignals auf einem von dem dritten Anschluss (152) beschafften Messwert und der ersten Referenzspannung (112) beruht und der zweite ratiometrische Wert des Stromsignals auf einem von dem vierten Anschluss (154) beschafften Messwert und der zweiten Referenzspannung (113) beruht, und wobei der Prozessor (102) ferner ausgestaltet ist, um ein Problem zu identifizieren, wenn ein Verhältnis des ersten ratiometrischen Werts des Stromsignals zu dem zweiten ratiometrischen Wert des Stromsignals das Verhältnis der ersten Referenzspannung (112) zu der zweiten Referenzspannung (113) überschreitet.

19. System (200) nach Anspruch 15, das ferner einen ersten Stromsensor (242), der gekoppelt ist, um ein erstes Stromsignal an den dritten Anschluss (206) des Prozessors (102) bereitzustellen, und einen zweiten Stromsensor (244) umfasst, der gekoppelt ist, um ein zweites Stromsignal an den vierten Anschluss (208) des Prozessors (102) bereitzustellen, und wobei der Prozessor (102) ferner ausgestaltet ist, um die ersten und zweiten Stromsignale an dem dritten (206) bzw. vierten (208) Anschluss zu messen, und um einen ersten und zweiten ratiometrischen Wert des Stromsignals zu berechnen, wobei der erste ratiometrische Wert des Stromsignals auf einem von dem dritten Anschluss (206) beschafften Messwert und der ersten Referenzspannung (112) beruht und der zweite ratiometrische Wert des Stromsignals auf einem von dem vierten Anschluss (208) beschafften Messwert und der zweiten Referenzspannung (113) beruht, und wobei der Prozessor (102) ferner ausgestaltet ist, um ein Problem zu identifizieren, wenn ein Verhältnis des ersten ratiometrischen Werts des Stromsignals zu dem zweiten ratiometrischen Wert des Stromsignals das Verhält-

nis der ersten Referenzspannung (112) zu der zweiten Referenzspannung (113) überschreitet.

20. System nach Anspruch 19, wobei die ersten und zweiten Stromsignale über einen beschränkten Bereich verglichen werden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

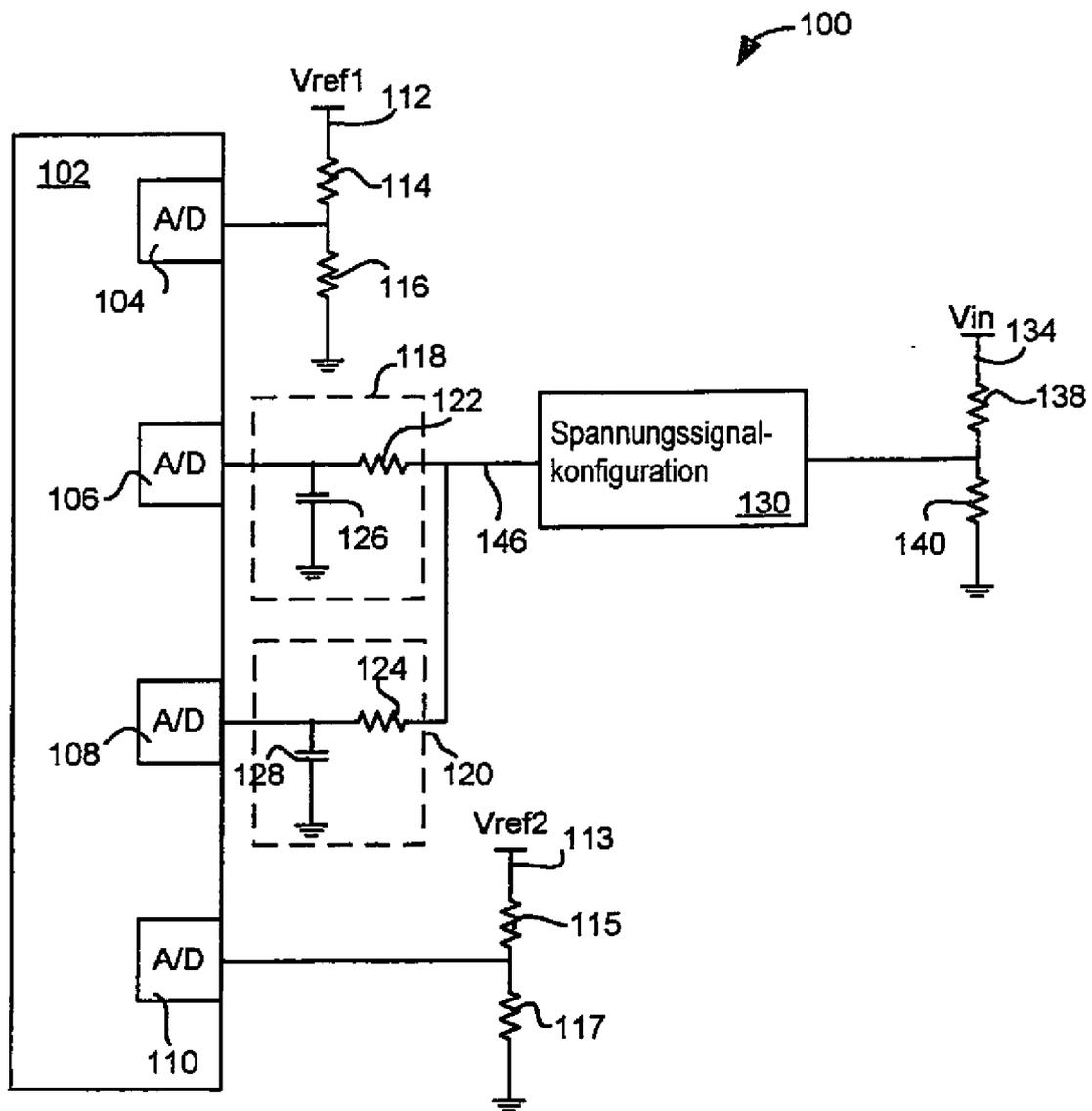


FIG. 1A

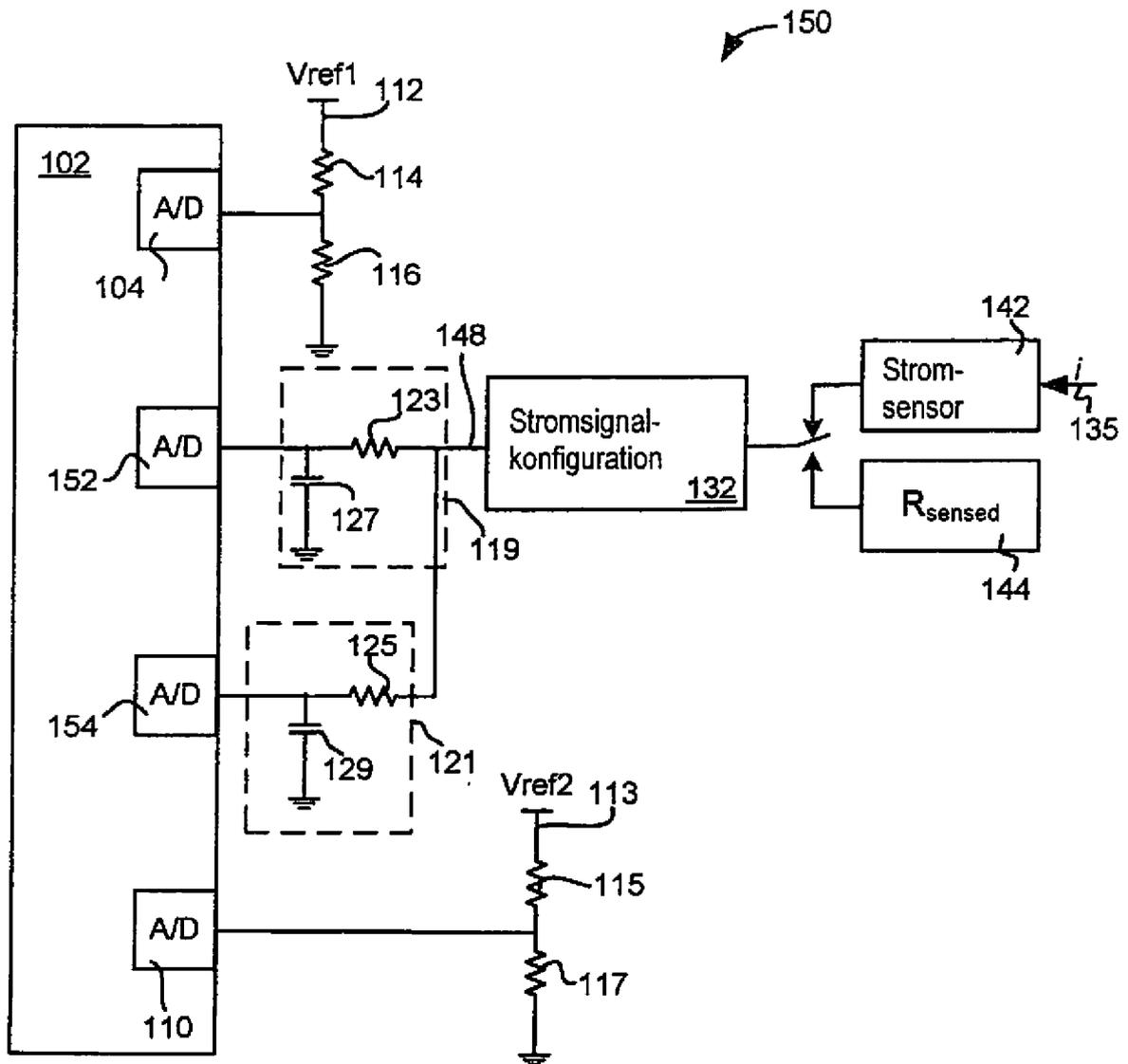


FIG. 1B

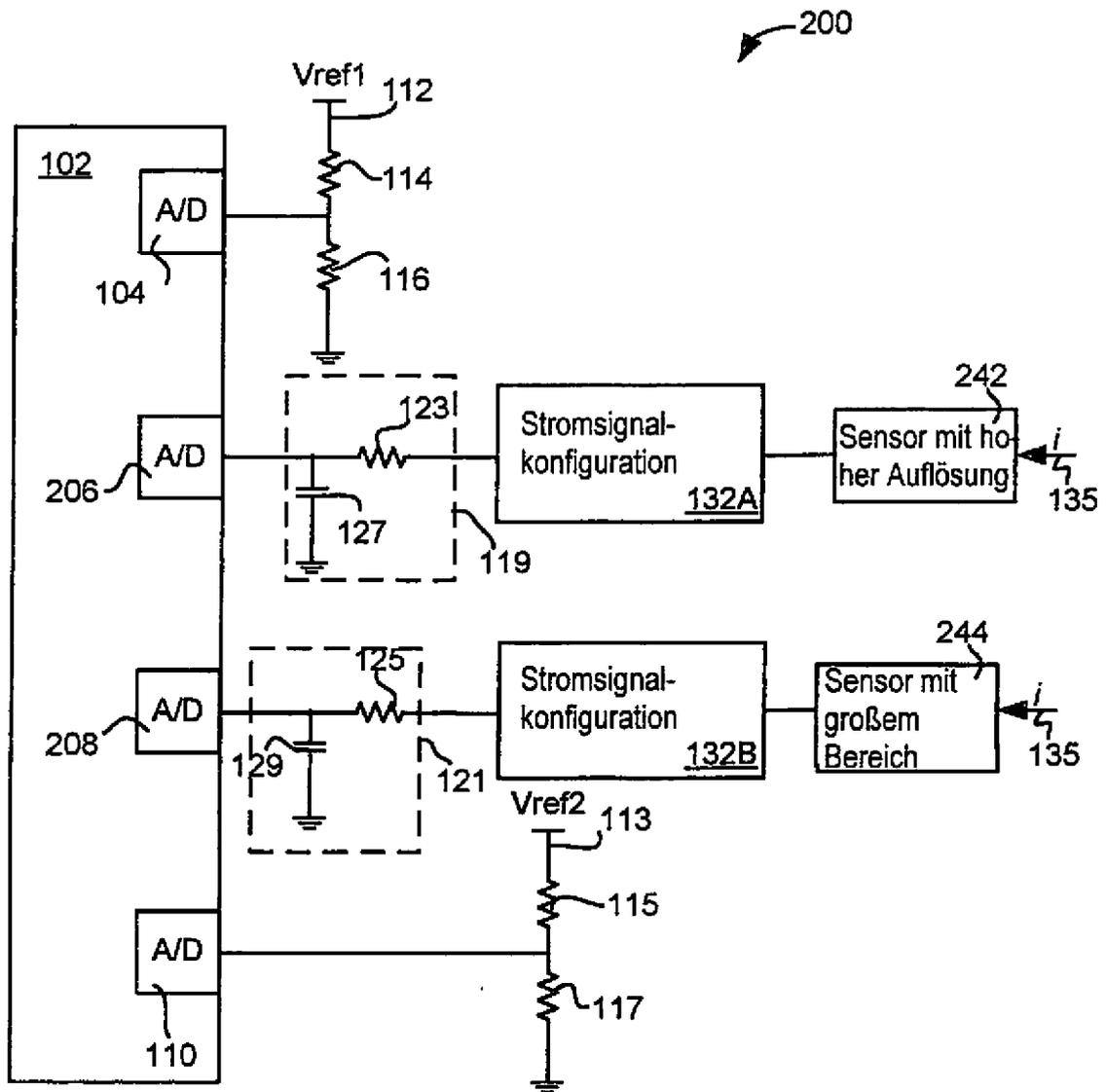


FIG. 2

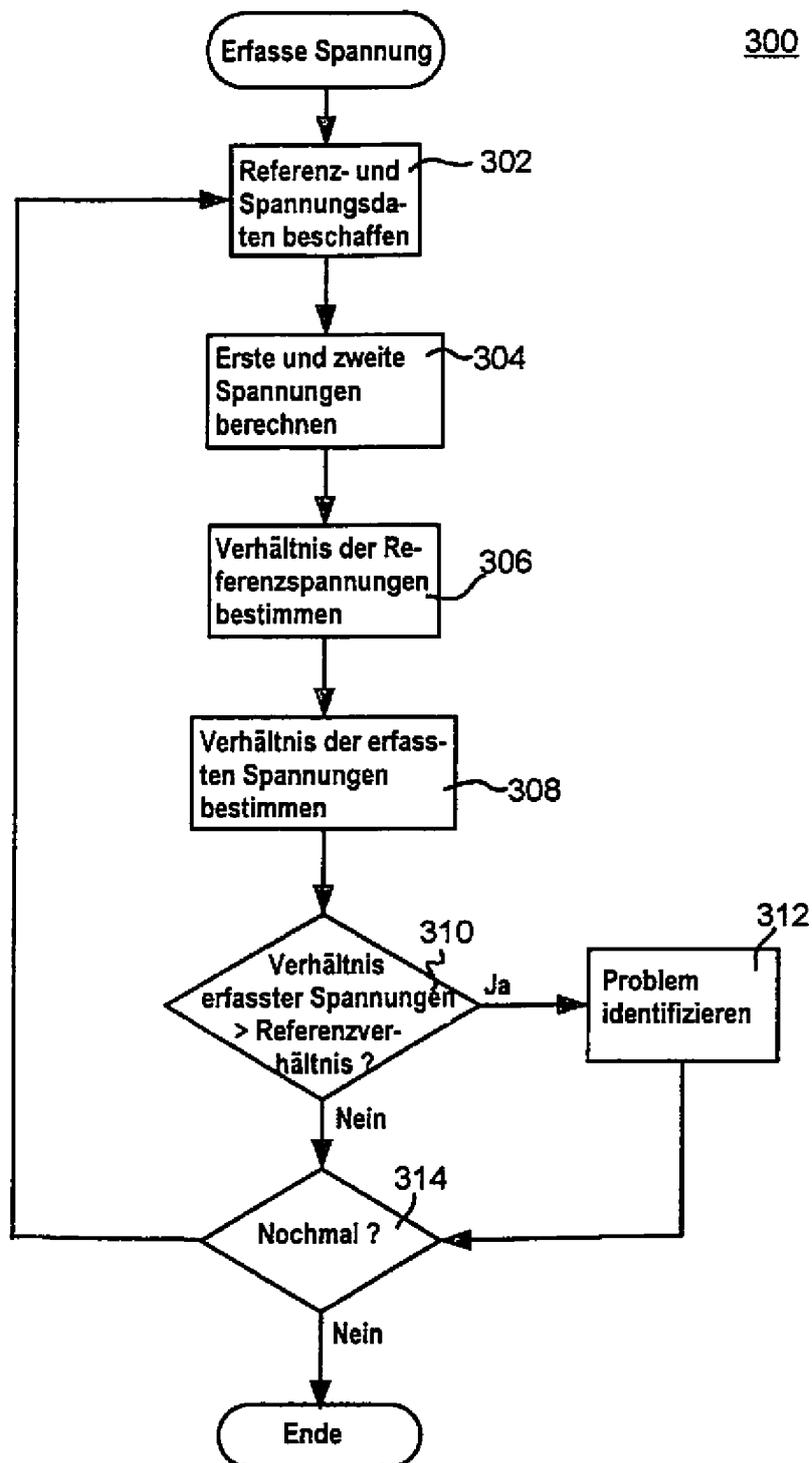


FIG. 3

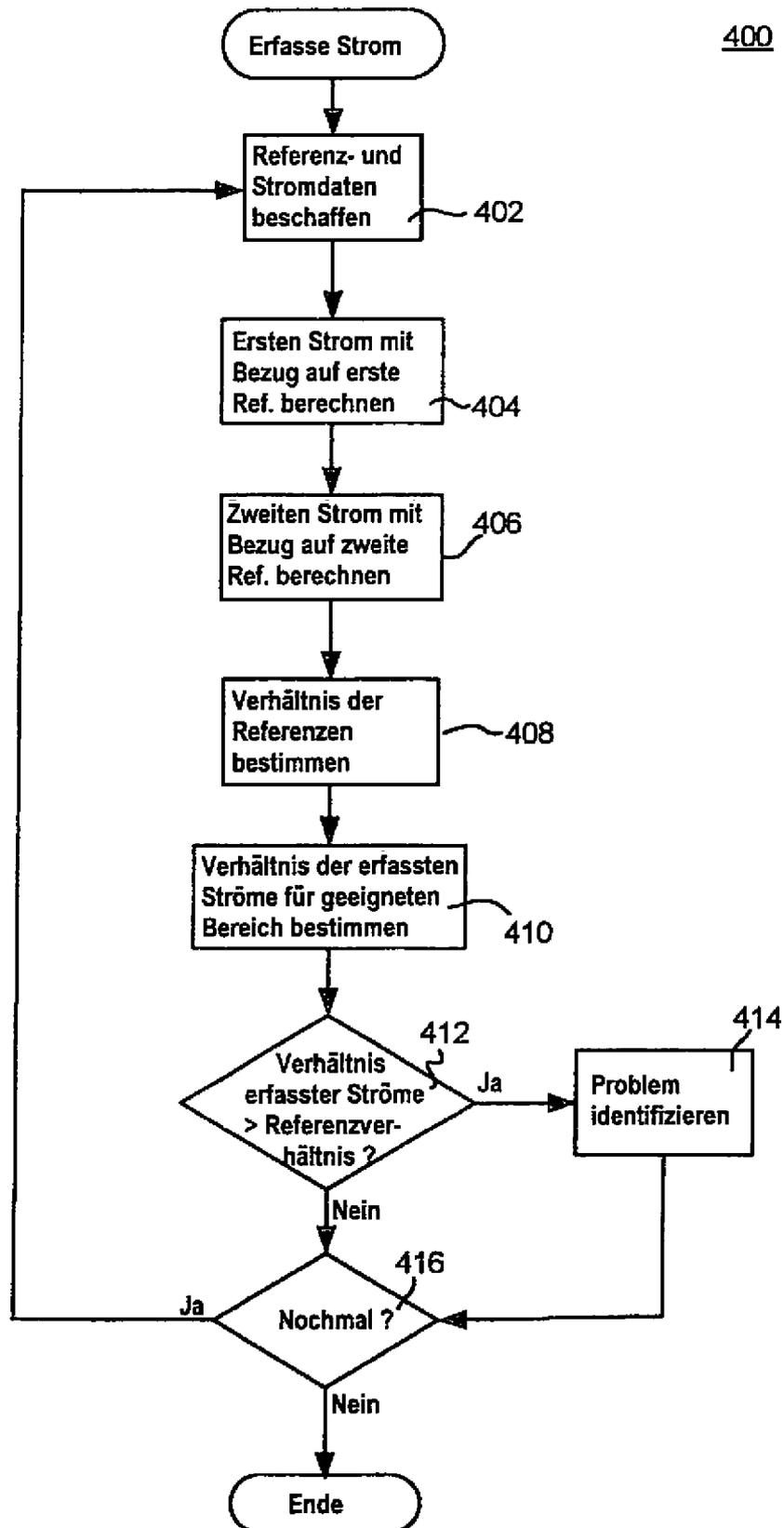


FIG. 4

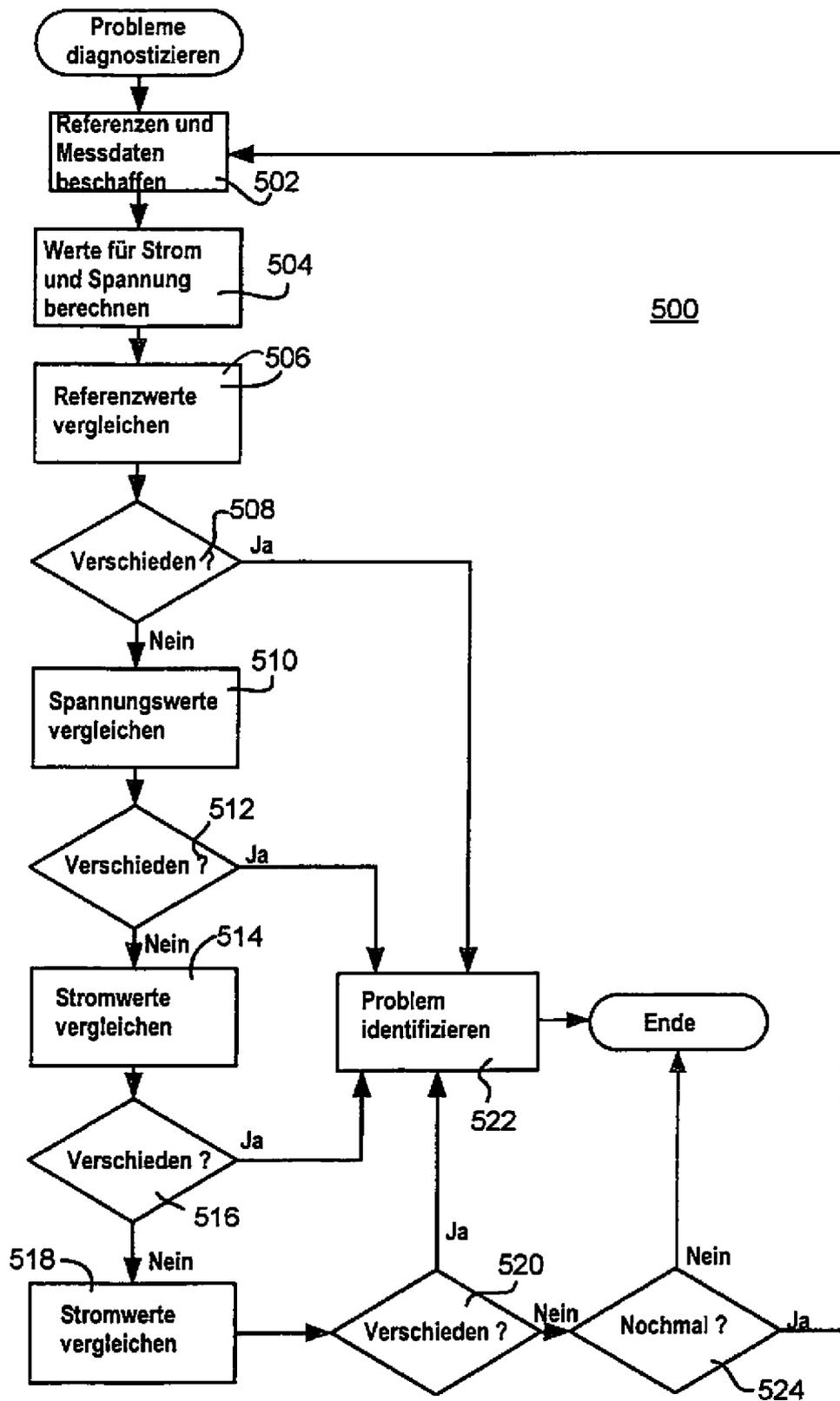


FIG. 5