



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 34 879 T2** 2006.08.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 908 000 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 34 879.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/10031**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 929 895.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/050169**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.06.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **31.12.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.04.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H02M 7/00** (2006.01)

G05F 1/40 (2006.01)

H02H 3/42 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

669940 25.06.1996 US

(73) Patentinhaber:

Eaton Power Quality Corp., Cleveland, Ohio, US

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**TRACY, G., John, Raleigh, US; TASSITINO, Jr.,
Frederick, Wake Forest, US**

(54) Bezeichnung: **DRAHTLOSE SELEKTIVE AUSLÖSUNG FÜR PARALLELGESCHALTETE WECHSELSTROMS-
TEME**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum selektiven Auslösen einer nicht unterbrechbaren Leistungsversorgung (UPS = uninterruptible power supply), um offline zu gehen, d.h. eine bestehende Verbindung zu unterbrechen, während jede "gute" UPS, die in einer redundanten Art und Weise geschaltet ist, online bleibt, d.h. ihre Verbindung beibehält. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Technik, bei der ein "Auslöse"-Signal für redundante AC-Leistungssysteme erzeugt werden, und zwar vollständig basierend auf der digitalisierten Leistungsausgabe der UPS ohne eine Zwischeneinheitssignalgebung bzw. -signalisierung.

Ausgangspunkt

[0002] US 4,745,512 bezieht sich auf das Vorsehen eines Fernschutzes von drei Phasenelektrizitätsverteilungsleistungstransformatoren und beschreibt ferner Eigenschaften, die in den jeweiligen Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche der vorliegenden Anmeldung genannt sind.

[0003] Das Verbinden von zwei oder mehreren nicht unterbrechbaren Leistungsversorgungen (UPS's) in einer parallelen redundanten Art und Weise ist eine notwendige Anforderung, wo immer höhere und höhere Leistungsverfügbarkeit erforderlich ist. Damit eine UPS in der Lage ist, in einer redundanten Art und Weise mit anderen UPS zu arbeiten muss, sie jedoch ein robustes "selektives Auslöse"-Regime besitzen.

[0004] Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff "selektive Auslösung" auf den Hardwaresatz und assoziierte Softwarealgorithmen, die bewirkt, dass eine ausgefallene UPS offline geht, während die "guten" (parallelen redundanten Einheiten) online bleiben. Wie der Fachmann erkennen kann, ist die Redundanzkapazität eines Systems nur so gut wie ihr "selektives Auslöse"-Regime.

[0005] Es gibt zwei Grundarten von UPS-Ausfällen in einem parallelen redundanten System: solche, die keine Störung an einem kritischen Ausgangsbus bewirken, der mit der Last verbunden ist, und solche, die eine bewirken. Die erste Art des Ausfalls ist trivial, da es keine Störung an dem kritischen Bus gibt; die gute Einheit sieht nicht das Auftreten des Ausfalls und verbleibt einfach online und führt ihren Job durch. Die ausgefallene Einheit ist einfach offline in Folge ihres Ausfalls. Die zweite Art des Ausfalls ist jedoch problematischer, da alle Einheiten diesen Feh-

ler sehen, aber alle guten Einheiten online bleiben müssen. Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit der selektiven Auslösung für die zweite Art des Ausfalls, wo sie notwendig ist, die ausgefallenen Einheiten von den "guten" Einheiten zu unterscheiden.

[0006] Wenn eine UPS in einer Art und Weise ausfällt, dass der kritische Bus gestört wird, dann sourced oder senkt sie mehr Strom als durch die andere(n) Einheit(en) absorbiert oder geliefert werden kann/können, die online ist/sind. Somit sehen alle Einheiten die kritische Busstörung und alle Einheiten sehen den übermäßigen Strom. Damit eine selektive Auslösung in diesem Fall arbeitet, müssen gute Einheiten online bleiben und nur die schlechte Einheit muss offline gehen. Wenn stattdessen eine gute Einheit offline geht, ist jeglicher Vorteil der Redundanz für diese Art des Ausfalls verloren.

[0007] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, verwenden parallele redundante Leistungsversorgungssysteme des Standes der Technik Zwischeneinheitssignalgebung, um eine selektive Auslösung zu ermöglichen. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ist eine Vielzahl von nicht unterbrechbaren Leistungssystemen (UPS) **1**, die auf eine Dreiphasen-AC-Eingangsspannung ansprechen, in einer parallelen Redundanzkapazitätskonfiguration geschaltet, um eine konstante AC-Ausgangsspannung an eine Last **2** vorzusehen. Jede UPS **1** ist mit einer DC-Spannungsquelle (Batterie) **3** in einer herkömmlichen Art und Weise versehen, um eine konstante Leistung vorzusehen in dem Fall eines AC-Leistungsausfalls. Wie dargestellt ist, sind Lastverteilungskreise bzw. -schaltungen **4** mit jeder UPS **1** assoziiert, um eine Zwischeneinheitssignalgebung zu ermöglichen und eine selektive Auslösung unter Verwendung entweder eines "Differenz vom Durchschnitt" Echtzeitstromsignals auf einem "Differenz vom Durchschnitt" Bus oder einem Synchronisierungssignal, das auf einem Synchronisierungssignalsbus vorgesehen wird.

[0008] Wenn im Allgemeinen ein Fehler detektiert wird, wird der geeignete Halbleiter oder mechanische Schalter oder das Relay **5** umgelegt, um das fehlerhafte UPS **1** aus dem Leistungskreis zu nehmen, um dadurch eine konstante AC-Ausgangsspannung an der Last **2** beizubehalten.

[0009] Die Verwendung einer "Differenz von Durchschnitt" Lastverteilung oder einer gemeinsamen Synchronisierungssignallastverteilung ist übliche Praxis. In dem Fall einer "Differenz von Durchschnitt" Lastverteilung wird beispielsweise ein Echtzeitstromsignal als ein Zwischeneinheitssignal unter dem parallelen redundanten UPS verwendet. Unglücklicherweise ist die Verwendung einer solchen Zwischeneinheitssignalgebung anfällig für eine Unterbrechung und muss daher selbst redundant sein, um ein robustes selektives Auslöse-Regime vorzusehen. Da Systeme

me des Standes der Technik eine Zwischeneinheitsignalgebung für selektive Auslösung verwenden, sollte es dort ein redundantes selektives Auslöseschema geben, sodass die Zwischeneinheitsignalgebung selbst nicht ein einzelner Ausfallpunkt für das ansonsten redundante System wird.

[0010] Eine weitere übliche Praxis im Stand der Technik ist das vektorielle Addieren des "Differenz vom Durchschnitt" Echtzeitstromsignals zu dem eigenen Spannungssignal des UPS, um ein vorgespanntes Spannungssignal zu erzeugen. Diese Vektoraddition wird in einer solchen Art und Weise durchgeführt, dass die "vorgespannte" Spannungsverzerrung an der ausgefallenen Einheit im Vergleich zu der nicht vorgespannten Spannung akzentuiert wird, während dasselbe Signal an der/den guten Einheit(en) weniger stark ist. Dieses Verfahren erfordert jedoch sowohl einen Signalvergleich als auch eine logische Verarbeitung, um die schlussendliche Entscheidung zu treffen, ob eine Einheit "gut" oder "schlecht" ist. Während dieses Verfahren üblicherweise adäquat ist, kann das Ansprechverhalten langsam sein, in Folge der Schwäche der Differenz. Ferner muss sich das Verfahren auch auf extern abgeleitete Information verlassen, wie beispielsweise das "Differenz vom Durchschnitt" Signal. Solche zusätzliche Signalisierung und die zusätzlichen internen Schaltungen, die durch den Stand der Technik paralleler redundanter Energiesysteme erforderlich ist zum Identifizieren einer fehlerhaften Einheit, hatten einen nachteiligen Effekt hinsichtlich der Verlässlichkeit. Eine verlässlichere Technik zum Identifizieren und "selektiven Auslösen" einer fehlerhaften Einheit ist daher zweckmäßig bzw. erforderlich.

Die Erfindung

[0011] Die vorliegende Erfindung löst die zuvor genannten Probleme im Stand der Technik durch Vorsehen eines parallelen redundanten Energie- bzw. Stromversorgungssystems, das keine Signalisierung zwischen den Einheiten verwendet. Stattdessen wird alle Information, die notwendig ist für ein robustes selektives Auslöserregime, aus Signalen abgeleitet, die jedes Stromsystem schon besitzt. Insbesondere erzeugt die Erfindung eine Auslösefunktion durch Multiplizieren einer derzeitigen Differenz der Spannung (verglichen mit dem vorhergehenden Zyklus) mit der derzeitigen Differenz des Stroms (auch verglichen mit dem vorhergehenden Zyklus), die durch das Stromsystem ausgegeben werden. Eine solche Technik ist ähnlich zum Multiplizieren einer "Differenz vom Durchschnitt" Spannung durch einen Differenz vom Durchschnittsstrom. Eine solche Technik ist auch ähnlich zu einer Vektoradditionstechnik des Standes der Technik mit der Ausnahme, dass sowohl die Spannung als auch der Strom eine "Differenz vom Durchschnitt" darstellen und die Werte multipliziert statt addiert werden. Wie sich jedoch aus der folgen-

den Beschreibung ergibt, erlauben diese Unterschiede die Erzeugung einer sicheren, schnellen Anzeige dahingehend, ob eine bestimmte Stromversorgungseinheit "gut" oder "schlecht" ist. Kurz gesagt, bestimmt die Auslösefunktion selbst eine "schlechte" Einheit und benötigt daher keine andere logische Verarbeitung. Infolge dessen ist keine zusätzliche selektive Auslöseschaltung erforderlich, welche einen nachteiligen Effekt hinsichtlich der Verlässlichkeit mit sich bringt. Ferner gibt es bei einem Mehrphasensystem (wie zum Beispiel einer Splitphase oder einem Dreiphasensystem) eine natürliche Redundanz hinsichtlich der Signalverarbeitung selbst, wodurch die zuvor genannten "Einzelpunkt" Ausfälle in den Signalisierungssystemen zwischen Einheiten des Standes der Technik vermieden werden.

[0012] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein einzelnes Stromsystem, das Wechselstrom bzw. AC-Leistung an eine Last anlegt oder auf ein paralleles redundantes Stromsystem, bei dem eine Vielzahl von parallel geschalteten Stromsystemen Wechselstrom an eine Last vorsehen. In jedem Fall führt das Stromsystem eine Selbstüberwachung seines Stromausgangs vor und trennt sich selbst von der Last beim Detektieren eines Fehlers. Eine solche Trennung wird erreicht durch Senden eines Auslösesignals an Trennmittel wie beispielsweise einen Schalter oder ein Relay der Stromverbindung, welche das Stromsystem mit der Last verbindet.

[0013] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist jedes Stromsystem, das alleine oder in paralleler redundanter Art und Weise mit einem oder mehreren zusätzlichen Stromsystemen arbeitet, Mittel auf zum Erzeugen einer Wechselstrom-(AC)-Ausgangsspannung, Mittel zum Abtasten der AC-Ausgangsspannung zum Vorsehen von AC-Stromproben bzw. -abtastungen und AC-Spannungsproben bzw. -abtastungen, Mittel zum Speichern wenigstens eines Zyklus der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben, Mittel zum Bestimmen eines Stromtransient als eine Differenz zwischen einer AC-Stromprobe aus den Abtastmitteln und eine AC-Stromprobe, die an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Stromzyklus genommen wurde, der in den Speichermitteln gespeichert wurde, und zum Bestimmen eines Spannungstransient als eine Differenz zwischen einer AC-Spannungsprobe aus den Abtastmitteln und einer AC-Spannungsprobe an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Spannungszyklus, der in den Speichermitteln gespeichert wurde, und Mittel zum Erzeugen eines Auslösesignals, wenn das Stromtransient und das Spannungstransient sich beide hinsichtlich ihres Wertes um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern. Die gespeicherten AC-Spannungs- und -Stromproben können Proben aus dem direkt vorhergehenden AC-Ausgangsleistungszyklus sein oder gemittelte AC-Stromproben

und AC-Spannungsproben für entsprechende Punkte vorhergehender Zyklen der AC-Stromproben und AC-Spannungsproben. Die Auslösesignalerzeugungsmittel multiplizieren das Stromtransient mit dem Spannungstransient und erzeugen das Auslösesignal, wenn das Multiplikationsprodukt des Stromtransient und des Spannungstransient positiv ist, da ein positives Ergebnis einen Fehler bzw. Ausfall des Stromsystems anzeigt. Wenn andererseits das Multiplikationsprodukt des Stromtransient und des Spannungstransient negativ ist, wird kein Auslösesignal erzeugt, da ein negatives Ergebnis einen ordnungsgemäßen Betrieb des Stromsystems anzeigt.

[0014] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel des Stromsystems weist jedes Stromsystem Folgendes auf: Mittel zum Erzeugen einer AC-Ausgangsspannung, Mittel zum Berechnen eines gleichgerichteten Summenmittels aus der AC-Ausgangsspannung und einer Strom- bzw. Leistungssumme von Ausgangsphasen der AC-Ausgangsspannung, einen ersten Filter mit einer relativ kurzen Zeitkonstante zum Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme, einen zweiten Filter mit einer relativ langen Zeitkonstante zum Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme, Mittel zum Bestimmen eines Leistungs- bzw. Stromtransient als eine Differenz einer gefilterten Leistungssumme, die jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird und zum Bestimmen eines Spannungstransient als eine Differenz zwischen einem gefilterten gleichgerichteten Summenmittel, das jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird, und Mittel zum Erzeugen des Auslösesignals wenn das Leistungstransient und das Spannungstransient sich beide hinsichtlich ihres Werts um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel multipliziert die Signalerzeugungsmittel das Leistungstransient mit dem Spannungstransient und erzeugen das Auslösesignal, wenn das Multiplikationsprodukt des Leistungstransient und des Spannungstransient positiv ist.

[0015] Der Umfang der Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Erzeugen eines Auslösesignals zum Trennen eines ausgefallenen Stromsystems von einer Last an die das Stromsystem Wechselstrom bzw. AC-Leistung vorsieht. Gemäß eines bevorzugten Betriebsverfahren wird das Auslösesignal erzeugt durch Durchführen der folgenden Schritte:
Abtasten einer AC-Ausgangsspannung von dem Stromsystem zum Vorsehen von AC-Stromproben bzw. -abtastungen und AC-Spannungsproben bzw. -abtastungen;
Speichern wenigstens eines Zyklus der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben;
Bestimmen eines Stromtransient als eine Differenz zwischen einer derzeitigen AC-Stromprobe und einer zuvor gespeicherten AC-Stromprobe, die an einem

entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Stromzyklus genommen wurde; Bestimmen eines Spannungstransient als eine Differenz zwischen einer derzeitigen AC-Spannungsprobe und einer zuvor gespeicherten AC-Spannungsprobe, die an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Spannungszyklus genommen wurde; und Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Stromtransient und das Spannungstransient sich beide in ihrem Wert um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern.

[0016] Vorzugsweise weist der Auslösesignalerzeugungsschritt die folgenden Schritte auf: Multiplizieren des Stromtransient mit dem Spannungstransient und Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Multiplikationsprodukt des Stromtransient und des Spannungstransient positiv ist. Es wird kein Auslösesignal erzeugt, wenn das Multiplikationsprodukt negativ ist.

[0017] Ein alternatives Verfahren gemäß der Erfindung zum Erzeugen eines Auslösesignals zum Trennen eines ausgefallenen Stromsystems von einer Last, an die das Stromsystem Wechselstrom bzw. AC-Leistung liefert, weist die folgenden Schritte auf: Berechnen eines gleichgerichteten Summenmittels einer AC-Ausgangsspannung, die durch das Stromsystem vorgesehen wird;
Berechnen einer Leistungssumme von Ausgangsphasen der AC-Ausgangsspannung, die durch das Stromsystem vorgesehen wird;
Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme unter Verwendung eines ersten Filters mit einer relativ kurzen Zeitkonstante;
Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme unter Verwendung eines zweiten Filters mit einer relativ langen Zeitkonstante;
Bestimmen eines Leistungstransient als eine Differenz zwischen einer gefilterten Leistungssumme, die jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird;
Bestimmen eines Spannungstransient als eine Differenz zwischen einem gefilterten gleichgerichteten Summenmittel, das jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird; und Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Leistungstransient und das Spannungstransient sich beide hinsichtlich ihres Werts um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern.

[0018] Wie bei dem ersten Verfahren weist der Auslösesignalerzeugungsschritt vorzugsweise die Schritte des Multiplizierens des Leistungstransienten mit dem Spannungstransienten und das Erzeugen des Auslösesignals dann auf, wenn das Multiplikationsprodukt des Leistungstransient und des Spannungstransient positiv ist.

[0019] Bei jedem Ausführungsbeispiel führt das Stromsystem eine Selbstüberwachung durch und

sieht eine "selektive Auslösung" vor, wenn es feststellt, dass seine eigene Performance einen Fehler anzeigt. Da die Performance des Stromsystems mit seiner eigenen Performance in der Vergangenheit verglichen wird anstatt mit der anderer Stromsysteme ist eine selektive Auslösung möglich ohne eine Signalisierung zwischen Einheiten, wie es beim Stand der Technik erforderlich ist. Die hier beschriebene Technik ist auf Mehrphasen, Einphasen und Splitphasen-AC-Stromsysteme anwendbar.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Die obigen und weiteren Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden noch aus der folgenden detaillierten Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung in Verbindung mit den Zeichnungen noch verdeutlicht und lassen sich hierdurch leichter erschließen, in den Zeichnungen zeigt:

[0021] [Fig. 1](#) eine bekannte parallele redundante Konfiguration von nicht unterbrechbaren Stromversorgungen, bei denen synchrone und/oder Differenz vom Durchschnitt Lastteilsignale zwischen den Stromversorgungen über geteilte Busse kommuniziert werden;

[0022] [Fig. 2](#) eine parallele redundante Konfiguration von nicht unterbrechbaren Stromversorgungen gemäß der Erfindung, bei der keine Kommunikation zwischen den Einheiten für eine selektive Auslösung erforderlich ist;

[0023] [Fig. 3](#) ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines nicht unterbrechbaren Stromsystems **10** gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm des Betriebs eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des Mikrocontrollers **26** des nicht unterbrechbaren Stromsystems **10** gemäß [Fig. 3](#);

[0025] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) eine Darstellung eines selektiven Auslösebeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 5D](#) darstellt, wie eine "gute" und ausgefallene UPS unterschieden werden können unter Verwendung der Techniken der vorliegenden Erfindung;

[0026] [Fig. 6](#) ein Flussdiagramm des Betriebs eines alternativen Ausführungsbeispiels des Mikrocontrollers **26** des nicht unterbrechbaren Stromsystems **10** gemäß [Fig. 3](#).

Detaillierte Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0027] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend im Detail unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#)

beschrieben. Der Fachmann wird erkennen, dass die hier gegebene Beschreibung nur für Beispielszwecke dient und nicht den Umfang der Erfindung einschränken soll. Während die Erfindung in Verbindung mit nicht unterbrechbaren Leistungs- bzw. Stromsystemen (UPS) beschrieben wird, können die Techniken der vorliegenden Erfindung zum Beispiel auch auf andere Arten von Stromsystemen angewendet werden. Obwohl die Erfindung ferner in Verbindung mit einem Dreiphasen-AC-Stromsystem beschrieben ist, können die Techniken der vorliegenden Erfindung auch für ein Gleichstrom (DC) oder ein Einphasen- oder Splitphasen-AC-Stromsystem verwendet werden. Demgemäß ist der Umfang der vorliegenden Erfindung nur durch den Umfang der anhängenden Ansprüche zu beschränken.

[0028] Die vorliegende Erfindung ist entworfen zur Verwendung mit einem nicht unterbrechbaren Stromsystem (UPS), das durch einen Mikroprozessor oder Mikrocontroller gesteuert wird. Demgemäß besitzt die Steuerhardware die Fähigkeit, analoge Eingangssignale zu digitalisieren zur Durchführung mathematischer Manipulationen und Vergleiche unter Verwendung der digitalen Daten, und zum Vorsehen von Steuerausgangssignalen basierend auf diesen Manipulationen und Vergleichen. Ein Fachmann für das Schreiben von eingebetteten Codes für einen Mikrocomputer oder Mikrocontroller, der mit digitalen Signalverarbeitungs-(DSP = digital signal processing)-Techniken familiär ist, sollte keine Schwierigkeiten haben beim Implementieren der nachfolgend beschriebenen Erfindung.

[0029] Obwohl der Fachmann erkennen wird, dass die vorliegende Erfindung auf die Verwendung mit Wechselstrom-(AC)-Vorrichtungen zielt, wird die Erfindung in Verbindung mit Gleichstrom-(DC)-Vorrichtungen beschrieben, da die Beschreibung hinsichtlich einer DC-Vorrichtung leichter zu verstehen ist. Sobald die Beschreibung hinsichtlich einer DC-Vorrichtung verstanden wird, ergibt sich der AC-Betrieb, wenn die AC-Implementierung einfach als eine sich rasch verändernde DC-Implementierung angesehen wird. In der tatsächlichen Praxis erfolgt die durchgeführte Aktion in einem kurzen (Subzyklus) Zeitrahmen, in dem die DC-Beschreibung recht gut passt.

[0030] Eine normale Stromquelle muss gelegentlich übermäßigen Strom als einen normalen Teil ihrer Funktion liefern. Ein solcher übermäßiger Strom kann bewirkt werden durch eine plötzlich auftretende Anforderung oder eine Startanforderung einer stromabwärts liegenden Last oder er kann auftreten in Folge eines Kurzschlusses, der bald durch eine Sicherung oder einen Schaltungsunterbrecher aufgelöst wird. Ein solcher transienter Anstieg des Stroms ist im Allgemeinen gekoppelt mit einer transienten Verringerung der Spannung in Folge der Versorgungsimpedanz. Demgemäß fällt während des normalen Be-

triebs ein transienter Anstieg des Stroms mit einer transientem Verringerung der Spannung zusammen. Wie in größerer Einzelheit nachfolgend beschrieben wird, kann die Tatsache, dass das Multiplikationsprodukt eines Transientanstiegs des Stroms und der Transientverringern der Spannung für eine normale Stromquelle negativ ist, verwendet werden zum selektiven Auslösen fehlerhafter Stromquellen.

[0031] In dem Fall von zwei Stromquellen, die parallel zur selben Last geschaltet sind, kann andererseits, wenn eine Stromquelle ausfällt, bewirkt werden, dass die andere Stromquelle übermäßigen Strom liefert, und zwar in der gerade beschriebenen Art und Weise. Jedoch kann die ausgefallene Stromquelle in einer solchen Art und Weise ausfallen, dass sie versucht die Spannung zu erhöhen statt einen übermäßigen Strom von der guten Einheit anzufordern. Wenn die gute Einheit diesen Transientanstieg der Spannung sieht, wird ihr Strom reduziert oder sogar umgekehrt. Wenn somit der Transientanstieg der Spannung mit der Transientverringern des Stroms multipliziert wird, wäre das Ergebnis wiederum negativ. Wie zuvor erzeugt die Multiplikation der Spannungs- und Stromtransienten ein negatives Ergebnis für eine gute Stromversorgung während des normalen Betriebs.

[0032] Wenn nun angenommen wird, dass eine schlechte Stromversorgung parallel mit einer guten Stromversorgung geschaltet ist, dann wird ein unterschiedliches Ergebnis für die schlechte Stromversorgung erhalten. Wenn die schlechte Stromversorgung in einer solchen Art und Weise ausfällt, dass sie eine übermäßige Last darstellt, dann wird sich ihr Strom verringern oder zurückgeführt werden, während sie die Spannung herunterzieht. Wenn diese transiente Verringerung des Stroms mit der Transientverringern der Spannung multipliziert wird, wäre das Ergebnis positiv. Wenn nun andererseits der Fehler ein solcher ist, dass die schlechte Stromversorgung versucht eine übermäßige Spannung zu liefern, dann würde sie auch einen größeren Teil der Last annehmen und ihr Strom würde sich erhöhen. Wenn in diesem Fall der Transientanstieg der Spannung mit dem Transientanstieg des Stroms multipliziert wird, wäre das Ergebnis wiederum positiv.

[0033] Diese Transientmultiplikation, die gerade beschrieben wurde, erzeugt deutlich ein differenzierendes "Auslöse"-Signal, das verwendet werden kann, um eine ausgefallene UPS offline zu schalten. Darüber hinaus wird dieses "Auslöse"-Signal niemals eine gute UPS dazu bringen, offline zu schalten ansprechend auf eine harsche normale oder abnormale Stimulation.

[0034] [Fig. 2](#) illustriert eine parallele redundante Konfiguration von nicht unterbrechbaren Stromversorgungen gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie

in [Fig. 2](#) dargestellt ist, sind keine Kommunikationen zwischen den Einheiten notwendig für eine selektive Auslösung. Stattdessen überwacht jede UPS **10** ihren eigenen Leistungsausgang und sieht ein selektives Auslösesignal an einen Solid State oder mechanischen Schalter oder ein Relay **5** vor, wenn das Multiplikationsprodukt des Transientstroms und der Transientspannung positiv ist. Die Technik zum Erzeugen dieses selektiven Auslösesignals wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) noch näher erläutert.

[0035] [Fig. 3](#) illustriert ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines nicht unterbrechbaren Leistungssystems **10** gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei keine Signalgebung zwischen den Einheiten notwendig ist zum Vorsehen einer selektiven Auslösefunktion. Wie dargestellt ist, wird eine Dreiphasen AC-Eingangsspannung an einen AC/DC-Wandler **20** vorgesehen, wo sie in eine DC-Eingangsspannung umgewandelt wird. Alternativ kann in dem Fall eines AC-Stromausfalls die DC-Eingangsspannung direkt durch die Batterie **3** vorgesehen werden. Die DC-Eingangsspannung wird dann in eine Dreiphasen-AC-Ausgangsspannung umgewandelt durch IGBT-Inverter **22**. Die Dreiphasen-AC-Ausgangsspannung wird dann an die Last **2** geliefert über eine Ausgangsstromverbindung, die einen geschlossenen Schalter oder einen Relay **5** umfasst.

[0036] Die selektive Auslösetechnik der vorliegenden Erfindung wird implementiert durch Vorsehen eines Stromtransformators **24**, der mit dem Ausgangsanschluss des IGBT-Inverters **22** verbunden ist, um den AC-Ausgangsstrom zu detektieren, der von dem IGBT-Inverter **22** zu der Last **2** strömt. Der detektierte AC-Strom und die AC-Spannungssignale werden dann an jeweilige A/D-Wandlerkanäle eines 16-Bit-Mikrocontrollers **26** vorgesehen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel digitalisiert der Mikrocontroller **26** die AC-Ausgangsströme (I_a , I_b , I_c) und Spannungen (V_a , V_b , V_c) mit einer 3 kHz-Rate. Für eine 60 Hz UPS **10** ergibt dies 50 Abtastungen bzw. Proben pro Zyklus.

[0037] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung führt der Mikrocontroller **26** eine fortlaufende bildliche Aufzeichnung von jedem letzten Zyklus des AC-Ausgangsstromsignals. In dem Fall einer 3 kHz Abtastrate, werden zum Beispiel wenigstens die letzten 50 Proben aufgezeichnet und vorzugsweise mehr in einem Wellenformspeicher **28** des Mikrocontrollers **26** gespeichert. Dieses gespeicherte Abbild kann eine durchschnittliche Aufzeichnung der letzten Wellenformen sein unter Verwendung üblicher DSP-Techniken an jedem Punkt des Zyklus oder sie kann nur den letzten Zyklus des AC-Ausgangsstromsignals darstellen. Somit wird jedes Mal, wenn das AC-Strom oder Spannungssignal digitalisiert wird, es in dem Wellenformspeicher **28** gespeichert. Dann

wird jedes empfangene digitalisierte AC-Strom oder -Spannungssignal von dem digitalisierten AC-Strom oder -Spannungssignal, das vor genau einem Zyklus genommen wurde, subtrahiert, um einen Wellenformtransientwert zu erhalten. Wie zuvor bemerkt, kann, wenn ein Spannungstransient und ein Stromtransient derselben Phase miteinander multipliziert werden, ein selektives "Auslöse"-Signal erhalten werden. Bei der bevorzugten Implementierung wird das Multiplikationsproduktsignal etwas weiter verarbeitet durch Addieren der Dreiphasen miteinander, Dividieren der Summe durch das UPS-Powerrating (zum Normalisieren des Ergebnisses auf 1) und durch Filtern des normalisierten Ergebnisses mit einem einfachen IIR-Filter, der in der Software des Mikrocontrollers implementiert ist und nachfolgend beschrieben wird. Somit würde ein IGBT-Inverter **22** der bei voller Spannung und mit halber Last läuft, eine Spannung von 1,0 und einen Strom von 0,5 besitzen. Diese normalisierten Signale werden verarbeitet zum Vorsehen der selektiven Auslösefunktion basierend auf der Ausgangsspannung, dem -strom und der -frequenz.

[0038] Das selektive Auslösesignal wird gemäß der vorliegenden Erfindung idealerweise nur dann erzeugt, wenn eine Ausgangsspannungsstörung selbst bewirkt ist. Ob die Störung selbst bewirkt ist, wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel durch den Mikrocontroller **26** festgestellt, indem er dem Flussdiagramm gemäß [Fig. 4](#) folgt. Vorzugsweise wird das Flussdiagramm gemäß [Fig. 4](#) in der Firmware des Mikrocontrollers **26** implementiert, obwohl der Fachmann erkennen kann, dass das Flussdiagramm gemäß [Fig. 4](#) in Software oder spezieller Hardware implementiert werden kann. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, startet der Mikrocontroller **26** die selektive Auslöseroutine im Schritt **30** beim Empfang von Strom- und Spannungsproben von A/D-Kanälen. Die zuletzt empfangenen Strom- und Spannungsproben werden im Wellenformspeicher **28** im Schritt **32** gespeichert. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden laufende Aufzeichnungen der letzten 128 Proben jeder der Strom- und Spannungsablesungen vorgehalten, was bei einer 3 kHz Abtastrate mehr als zwei vollständige Zyklen einer 60 Hz Sinuswelle repräsentiert. Im Allgemeinen arbeitet der Wellenformspeicher **28** als ein FIFO-Speicher. Basierend auf der Abtastrate wird die Periode der Strom und Spannungswellenformen als eine Anzahl von Proben berechnet. Wie zuvor bemerkt, würde eine 60 Hz Welle, die mit einer 3 kHz Rate abgetastet wird, eine Periode von 50 Proben bzw. Abtastungen besitzen. Dann wird im Schritt **34** eine "Delta-Spannung" (ΔV) und ein "Delta-Strom" (ΔI) erzeugt aus den empfangenen Spannungs- und Stromproben durch Subtrahieren der entsprechenden Probe von einer Probe, die genau eine Periode vorher genommen wurde. Zum Beispiel ist $\Delta V_a = V_a - V_{a-50}$; $\Delta I_a = I_a - I_{a-50}$; usw., wobei V_a die empfangene Spannungsprobe bzw. -abtastung ist, V_{a-50} die Spannungsprobe ist, die genau eine Perio-

de früher genommen wurde, I_a die empfangene Stromprobe und I_{a-50} die Stromprobe ist, die genau eine Periode früher genommen wurde. Die Werte für die anderen Signalphasen werden in ähnlicher Weise berechnet. Im Schritt **36** wird ein "Delta-Leistungsmittel" Wert (ΔP_{av}) berechnet durch Multiplizieren und Addieren der im Schritt **34** berechneten Werte. Das heisst:

$$\Delta P_{av} = \Delta V_a \cdot \Delta I_a + \Delta V_b \cdot \Delta I_b + \Delta V_c \cdot \Delta I_c$$

[0039] Dann wird im Schritt **38** ΔP_{av} vorzugsweise akkumuliert, normalisiert und gefiltert mit einem einfachen IIR-Filter zum Erzeugen eines variablen "TRIP" (einem variablen Auslösesignal). Zum Beispiel kann TRIP definiert werden als:

$$TRIP_n = (3 \cdot TRIP_{n-1} + \Delta P_{av})/4$$

wobei $TRIP_{n-1}$ der TRIP-Wert der vorhergehenden Probe ist. Wenn im Schritt **40** festgestellt wird, dass der "TRIP"-Wert eine vorbestimmte normalisierte Größe erreicht, wie beispielsweise +0,1, dann geht die Steuerung zum Schritt **42** über, um ein Auslösesignal zu erzeugen. Ansonsten kehrt das System zum Schritt **32** zurück, um den nächsten Satz an Proben zu verarbeiten. Wenn der Wert TRIP größer als +0,1 ist, dann wird im Schritt **42** sofort ein "Einheit auslösen"-Signal ausgegeben, sodass die UPS **10** offline genommen werden kann, bevor eine weitere Verschlechterung des kritischen Ausgangsbusses auftritt. Das System tritt dann im Schritt **44** aus. Der Fachmann wird erkennen, dass wenn im Schritt **40** festgestellt wird, dass der "TRIP"-Wert kleiner als -0,1 ist, dann bekannt ist, dass die Störung durch eine andere UPS bewirkt wird, die parallel zu der derzeitigen UPS geschaltet ist. Die derzeitige UPS wird somit online gehalten und die "gute" Anzeige wird verwendet zum temporären Desensibilisieren der "Auslöse"-Funktion der "guten" UPS. Die Steuerung kehrt zum Schritt **32** zurück, um den nächsten Satz von Strom- und Spannungsproben zu erwarten. Natürlich kann der Schwellenwert je nach Wunsch höher oder niedriger eingestellt werden.

[0040] Der Fachmann wird erkennen, dass ein robustes selektives Auslösesregime einen Alarm abgeben muss, ansprechend auf seine eigene Unfähigkeit seine bezweckte Funktion durchzuführen. Da die hier beschriebenen Verfahren nicht tatsächlich die Leistungs- bzw. Stromerzeugung steuern, würde ihr Ausfall keinen Ausfall der kritischen Mission bewirken. Wenn jedoch ein nachträglicher Fehler den kritischen Ausgangsbuss stören würde, dann würde ein echter Verlust der Mission bzw. des Auftrags auftreten. Glücklicherweise wird eine Detektierung des Funktionsverlustes leicht durch die vorliegende Erfindung erreicht, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0041] Eine UPS überwacht Leistung bzw. Strom ty-

pischerweise an mehr als an einem Knotenpunkt. Zum Beispiel kann die UPS **10** sowohl die Leistung kennen, die in den IGBT-Inverter **22** hineingeht und die aus ihm herausgeht. Die Beziehung dieser zwei Ablesungen ist aufgrund des Aufbaus bekannt. Wenn die Ausgangsleistungsabastung (Spannung und Strom) verwendet werden zum Implementieren dieses "Auslöse"-Regimes, dann würde ein Signalverlust das Regime inoperabel machen. Durch einen einfachen Vergleich der Leistung, die an diesem Knotenpunkt bestimmt wird mit anderen Werten, wie beispielsweise der DC-Verbindungsleistung, die in den IGBT-Inverter **22** hineingeht, dann könnte eine Differenz, die größer ist als der erwartete Effizienzverlust, verwendet werden, um einen Alarm zu signalisieren.

[0042] Erhebliche Daten zum Illustrieren des Betriebs der vorliegenden Erfindung wurden gesammelt unter Verwendung von Fehlereinführtechniken. Die [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) illustrieren vier jeweilige Plots eines solchen Beispiels, wobei ein simulierter Fehler in den Eingang einer UPS eingeführt wurde. Zur Vereinfachung zeigen die Plots nur eine einzelne Phase statt alle drei. Die Grunddaten für diese Plots kommen von der digitalisierten Aufzeichnung von jeder der zwei UPS, die mit ihren Ausgängen parallel geschaltet waren. Jede UPS führt eine laufende Aufzeichnung ihrer Ausgangsspannungs- und Stromwellenformen, wie oben beschrieben. Unterschiedliche "Fehler" wurden dann in eine der UPS eingeführt und die Aufzeichnung der digitalisierten Wellenformen wurde gesichert. Die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) illustrieren die gesicherten Spannungs- und Stromaufzeichnungen der fehlerhaften bzw. nicht fehlerhaften ("guten") UPS. Wie erwartet ist ihre Aufzeichnung der Spannung dieselbe, da sie beide dieselbe Busspannung digitalisieren. Da sie ferner den Strom in einem parallelen redundanten System teilen, sind ihre Stromaufzeichnungen auch dieselben bis zum Punkt des Fehlers. Der Datenpunkt der mit "V" in [Fig. 5A](#) bezeichnet ist, repräsentiert einen beliebigen Punkt der digitalisierten Spannungswellenform. Der Punkt "V*" repräsentiert einen entsprechenden Punkt genau einen Zyklus früher. Ein " ΔV "-Signal wird erzeugt durch Subtrahieren von "V*" von "V" wie oben beschrieben. Dies wird für jeden Datenpunkt durchgeführt. Ein " ΔI "-Signal wird in einer ähnlichen Art und Weise erzeugt.

[0043] [Fig. 5C](#) zeigt die Werte von " ΔV " und " ΔI ", die wie oben beschrieben für die fehlerhafte UPS erzeugt wurden. Es gibt natürlich keine Notwendigkeit, eine Aufzeichnung dieser Signale zu sichern. ΔV (durchgezogene Linie) und ΔI (gestrichelte Linie) werden miteinander multipliziert und mit einem einfachen IIR-Filter akkumuliert, um dem Ergebnis eine Zeitkonstante von ungefähr 1,3 Millisekunden zu geben. Die Notwendigkeit für und die Zeitkonstante des Filters sind etwas beliebig gewählt und sind hier nur beispielhaft gezeigt.

[0044] [Fig. 5D](#) zeigt die "TRIP"-Signale, die durch die fehlerhafte (durchgezogene Linie) und die gute (gestrichelte Linie) UPS erzeugt wurden.

[0045] Diese "TRIP"-Signale wurden wie oben beschrieben erzeugt. Die unterscheidbare Differenz zwischen dem Signal von der fehlerhaften UPS und der guten UPS verdeutlicht, dass die hier beschriebene Technik eine starke bzw. sichere selektive Auslösefunktion vorsieht.

[0046] Bei einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die digitalisierten Spannungs- und Stromsignale, die an den Mikrocontroller **26** geliefert werden, in einer Art verarbeitet werden, die mehr einer analogen Signalverarbeitung entspricht. Der Fachmann wird erkennen, dass die nachfolgende Beschreibung etwas unterschiedlich arbeitet, aber noch immer ein Signal erzeugt, das verwendet werden kann zum Auslösen oder um eine gute Einheit davon abzuhalten, die Situation fehlerzuschätzen und fehlerhaft auszulösen. Eine solche Ausführungsform kann in analoger Hardware unter Verwendung von Widerständen, Kondensatoren, Operationsverstärkern, bzw. Verstärkern und analogen Multiplizierern implementiert werden. Das Verfahren kann auch DSP-Techniken verwenden, die einfache One-Tap-IIR-Filter verwenden, um zeitkonstante Filter zu simulieren.

[0047] [Fig. 6](#) illustriert eine alternative Ausführungsform der Erfindung, die auch durch den Mikrocontroller **26** in Firmware, Software und/oder Hardware implementiert sein kann. Wie dargestellt ist, tritt der Mikrocontroller **26** in die alternative selektive Auslöseroutine im Schritt **50** ein und erzeugt dann ein gleichgerichtetes Summenmittel der kritischen Ausgangsspannung (ΣV_{av}) und eine Leistungssumme der Ausgangsphase(n) (ΣP) im Schritt **52**. Sowohl die "Mittel"-Spannung als auch die Leistung werden separat gefiltert mit einem Kurzzeitfilter (zum Beispiel 1,5 Millisekunden) im Schritt **54** und einem Langzeitfilter (beispielsweise 80 Millisekunden) im Schritt **56**, um gefilterte Werte ΣV_{avs} und ΣP_s aus dem Kurzzeitfilter **54** und gefilterte Werte ΣV_{avl} und ΣP_l aus dem Langzeitfilter **56** zu erhalten. Der Ausgang des Langzeitfilters repräsentiert eine "historische" Aufzeichnung der Leistungs- und Spannungswerte. Transientsignale dieser zwei Werte (ΔV und ΔP) können erzeugt werden durch Subtrahieren des Langzeitfilterausgangs von dem Kurzzeitfilterausgang im Schritt **58**, um dadurch einen Differenzierer zu bilden. Wie zuvor werden diese zwei Transienten dann im Schritt **60** multipliziert und eine Filterung kann dem Ergebnis hinzugefügt werden, um eine "TRIP"-Variable im Schritt **62** zu ergeben. Die Auslösebestimmung bzw. -feststellung in den Schritten **64** und **66** wird dann in derselben Art und Weise durchgeführt wie in den Schritten **40** und **42** des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 4](#) bevor die Routine im Schritt **68** aussteigt.

Wenn wie zuvor beschrieben die zwei Transienten in entgegen gesetzten Richtungen verlaufen (eine positiv und die anderen negativ) dann ist das Produkt negativ und eine Anzeige für eine gute Einheit. Wenn in gleicher Weise beide in dieselbe Richtung verlaufen, dann ist das Produkt positiv und eine Anzeige einer ausgefallenen Einheit.

[0048] Der Fachmann wird erkennen, dass die alternative Ausführungsform leichter zu implementieren ist, wenn DSP-Techniken verwendet werden, da keine Aufzeichnung der Wellenform erfolgen muss.

[0049] Die vorliegende Erfindung überwindet somit die Einschränkungen des Standes der Technik durch Vorsehen einer selektiven Auslösefunktion ohne das Erfordernis von Signalübertragungen oder -kommunikationen zwischen redundanten AC-Stromsystemen, die parallel geschaltet sind, für selektive Auslösezwecke oder das Erfordernis extern erzeugte Information. Stattdessen erzeugt die Erfindung ein selektives "Auslöse"-Signal ausschließlich aus der digitalisierten Information, die das AC-Leistungssystem schon besitzt (nämlich AC-Ausgangsspannung und -Strom). Dies eliminiert potenzielle Verlässlichkeitsprobleme und eine Hauptquelle von Installationsfehlern.

[0050] Die vorliegende Erfindung sieht auch Redundanz in dem selektiven Auslöseregime vor, da wann immer mehr als eine Phase des Mehrphasensystems überwacht wird, redundante selektive Auslösesignale unabhängig voneinander erzeugt werden können. Die vorliegende Erfindung kann auch in Schaltungen implementiert werden, die schon in einer UPS vorhanden sind. Da die Schaltung für andere Zwecke verwendet wird, gibt es eine inhärente Überprüfung hinsichtlich ihrer Funktionalität. Darüber hinaus verwendet die vorliegende Erfindung Signale, die für normale UPS-Funktionen nicht erforderlich sind, um dadurch Ausgleichsmittel vorzusehen. Ferner "maskieren" die selektiven Auslösemerkmale keine "Funktionsverlust"-Signale. Vielmehr bewirkt ein Verlust der selektiven Auslösemerkmale keinen Funktionsverlust. Kurz gefasst sieht die vorliegende Erfindung ein "selektives" Auslöseverfahren vor, das auf sich selbst zurückschaut, um auf eine Durchschnittsänderung zuzugreifen, und führt eine laufende Aufzeichnung seiner eigenen Performance statt sich selbst mit anderen Einheiten zu vergleichen, um dadurch eine selektive Auslösung ohne Notwendigkeit für eine Signalisierung-Zwischeneinheiten zu erfordern.

[0051] Drahtlose selektive Auslösung gekoppelt mit den drahtlosen Lastteiltechniken, die in der Anmeldung mit dem Titel "Independent Load Sharing of AC Power Systems Connected in Parallel" eingereicht durch den Anmelder der vorliegenden Anmeldung am selben Tag mit der vorliegenden Anmeldung, ermöglicht eine neue Klasse von Anwendungen, wo es

eine Notwendigkeit gibt, den Ausgang von AC-Stromquellen parallel zu schalten. Solche Anwendungen können folgendes umfassen: automatische Rekonfiguration eines Stromquellenarrays, Selbstanhängung von Stromquellen in einer Solarfarm, oder automatisches "Hot Tie" für kostengünstige UPS mit niedriger Leistung.

[0052] Obwohl beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung im Detail zuvor beschrieben wurden, wird der Fachmann leicht erkennen, dass viele zusätzliche Modifikationen in dem beispielhaften Ausführungsformen möglich sind ohne grundsätzlich von der neuen Lehre und den Vorteilen der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung Mittel umfassen zum Detektieren eines Ausfalls der selektiven Auslösemerkmale bzw. -eigenschaften. Dies kann durchgeführt werden durch Verwendung derselben Signalakquisitionstechnik zum Berechnen der wahren Leistung und vergleichen der wahren Leistung mit der Leistung, die durch andere Mittel gemessen wird. Zusätzlich kann die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit herkömmlichen Techniken verwendet werden, welche die mathematische Erzeugung eines "Hochgeschwindigkeits-", "Subzyklus"-Signals erfordern, dass verwendet werden kann zum Unterscheiden guter von schlechten Einheiten in einem parallelen redundanten UPS-System.

[0053] Demgemäß sollen all solche Modifikationen in dem Umfang der Erfindung umfasst sein, der durch die folgenden Ansprüche definiert wird.

Patentansprüche

1. Ein Leistungs- bzw. Stromversorgungssystem (**10**) zum Vorsehen einer Wechselspannungs- bzw. AC-Leistung an eine Last (**2**) über eine Leistungs- bzw. Stromverbindung, wobei die Leistungsverbindung Mittel (**5**) aufweist zum Trennen des Leistungssystems von der Last beim Empfang eines Auslösesignals, wobei das System Folgendes aufweist: Mittel (**22**) zum Erzeugen einer AC-Ausgangsspannung; Mittel (**26**) zum Abtasten der AC-Ausgangsspannung zum Vorsehen von AC-Stromproben und AC-Spannungsproben; Mittel (**28**) zum Speichern wenigstens eines Zyklus der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben; gekennzeichnet durch Mittel (**26**) zum Bestimmen eines Stromtransients als eine Differenz zwischen einer AC-Stromprobe von den Abtastmitteln und einer AC-Stromprobe an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Stromzyklus, der in den Speichermitteln gespeichert wurde und zum Bestimmen eines Spannungstransients als eine Differenz zwischen einer AC-Spannungsprobe von den Abtastmitteln und einer AC-Spannungsprobe an einem entsprechenden

Punkt eines vorhergehenden AC-Spannungszyklus, der in den Speichermitteln gespeichert wurde; und Mittel **(26)** zum Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Stromtransient und das Spannungstransient sich beide in ihrem Wert um vorbestimmte Größen erhöhen oder beide verringern.

2. Leistungssystem nach Anspruch 1, das ferner Mittel **(26)** aufweist zum Mitteln von AC-Stromproben und AC-Spannungsproben für entsprechende Punkte von vorhergehenden Zyklen der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben und zum Speichern der resultierenden Mittel in den Speichermitteln für die Verwendung durch die Stromtransient- und Spannungstransientbestimmungsmittel.

3. Leistungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Auslösesignalerzeugungsmittel das Stromtransient mit dem Spannungstransient multiplizieren und das Auslösesignal erzeugen, wenn das Multiplikationsprodukt des Stromtransients und des Spannungstransients positiv ist.

4. Leistungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die AC-Ausgangsspannungserzeugungsmittel **(22)** ein Drei-Phasen-AC-Ausgangsspannungssignal ausgeben, um die Last **(2)** mit Leistung zu versorgen.

5. Leistungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die AC-Ausgangsspannungserzeugungsmittel ein Ein-Phasen- und ein Splitphasen-AC-Ausgangsspannungssignal ausgeben, um die Last **(2)** mit Leistung zu versorgen.

6. Leistungssystem zum Vorsehen von Wechselspannungs- bzw. AC-Leistung an eine Last **(2)** über eine Leistungsverbinding, wobei die Leistungsverbinding Mittel **(5)** aufweist zum Trennen des Leistungssystems von der Last beim Empfang eines Auslösesignals, wobei das System Folgendes aufweist: Mittel **(22)** zum Erzeugen einer AC-Ausgangsspannung; Mittel **(26)** zum Berechnen eines gleichgerichteten Summenmittels der AC-Ausgangsspannung und einer Leistungssumme der Ausgangsphasen der AC-Ausgangsspannung; einen ersten Filter **(54)** mit einer relativ kurzen Zeitkonstante zum Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme, gekennzeichnet durch: einen zweiten Filter **(56)** mit einer relativ langen Zeitkonstante zum Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme; Mittel **(26)** zum Bestimmen eines Leistungstransients als eine Differenz zwischen einer gefilterten Leistungssumme, die jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben werden und zum Bestimmen eines Spannungstransients als eine Differenz zwischen eines gefilterten gleichgerichteten Summenmittels, die jeweils

durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben werden; und

Mittel **(26)** zum Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Leistungstransient und das Spannungstransient sich hinsichtlich Ihres Wertes um vorbestimmte Größen erhöhen oder beide verringern.

7. Leistungssystem nach Anspruch 6, wobei die Auslösesignalerzeugungsmittel **(26)** das Leistungstransient mit dem Spannungstransient multiplizieren und das Auslösesignal erzeugen, wenn das Multiplikationsprodukt des Leistungstransients und des Spannungstransients positiv ist.

8. Ein redundantes Leistungs- bzw. Stromversorgungssystem, das wenigstens zwei Leistungssysteme aufweist, wobei wenigstens eines ein Leistungssystem **(10)** nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist, und wobei die Leistungssysteme parallel geschaltet sind, um AC-Leistung an eine Last **2** über eine gemeinsame Leistungsverbinding vorzusehen, wodurch das wenigstens eine Leistungssystem **(10)** ein Auslösesignal unabhängig von der Erzeugung eines Auslösesignals durch andere Leistungssysteme erzeugt.

9. Verfahren zum Erzeugen eines Auslösesignals zum Trennen eines Leistungs- bzw. Stromversorgungssystem **(10)** von einer Last **(2)**, an die das Leistungssystem eine Wechselspannungs- bzw. AC-Leistung liefert, beim Ausfall des Leistungssystems, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Abtasten einer AC-Ausgangsspannung von dem Leistungssystem zum Vorsehen von AC-Stromproben und AC-Spannungsproben;

Speichern wenigstens eines Zyklus der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben, gekennzeichnet durch:

Bestimmen eines Stromtransients als eine Differenz zwischen einer derzeitigen AC-Stromprobe und einer vorhergehend gespeicherten AC-Stromprobe an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Stromzyklus;

Bestimmen eines Spannungstransients als eine Differenz zwischen einer derzeitigen AC-Spannungsprobe und einer zuvor gespeicherten AC-Spannungsprobe an einem entsprechenden Punkt eines vorhergehenden AC-Spannungszyklus; und

Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Stromtransient und das Spannungstransient sich beide in ihrem Wert um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern.

10. Verfahren nach Anspruch 9, das ferner Schritte aufweist zum Mitteln von AC-Stromproben und AC-Spannungsproben für entsprechende Punkte von vorhergehenden Zyklen der AC-Stromproben und der AC-Spannungsproben und des Speicherns der resultierenden Mittel zur Verwendung in den Be-

stimmungsschritten des Stromtransients und des Spannungstransients.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Auslösesignalerzeugungsschritt die Schritte des Multiplizierens des Stromtransients mit dem Spannungstransient und das Erzeugen des Auslösesignals dann aufweist, wenn das Multiplikationsprodukt des Stromtransients und des Spannungstransients positiv ist.

12. Verfahren zum Erzeugen eines Auslösesignals zum Trennen eines Leistungs- bzw. Stromversorgungssystems (**10**) von einer Last (**2**), an die das Leistungssystem eine Wechselspannungs- bzw. AC-Leistung liefert, bei einem Fehler des Leistungssystems, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Berechnen eines gleichgerichteten Summenmittels einer AC-Ausgangsspannung, die durch das Leistungssystem vorgesehen wird;

Berechnen einer Leistungssumme der Ausgangsphasen der AC-Ausgangsspannung, die durch das Leistungssystem vorgesehen wird;

Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme unter Verwendung eines ersten Filters (**54**) mit einer relativ kurzen Zeitkonstante;

Filtern des gleichgerichteten Summenmittels und der Leistungssumme unter Verwendung eines zweiten Filters (**56**) mit einer relativ langen Zeitkonstante; gekennzeichnet durch

Bestimmen eines Leistungstransients also eine Differenz zwischen einer gefilterten Leistungssumme, die jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird;

Bestimmen eines Spannungstransients als eine Differenz zwischen einem gefilterten gleichgerichteten Summenmittel, das jeweils durch die ersten und zweiten Filter ausgegeben wird; und

Erzeugen des Auslösesignals, wenn das Leistungstransient und das Spannungstransient sich beide in ihrem Wert um vorbestimmte Größen erhöhen oder verringern.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Auslösesignalerzeugungsschritt die Schritte des Multiplizierens des Leistungstransient mit dem Spannungstransient und das Erzeugen des Auslösesignals dann aufweist, wenn das Multiplikationsprodukt des Leistungstransients und des Spannungstransients positiv ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1
(Stand der Technik)

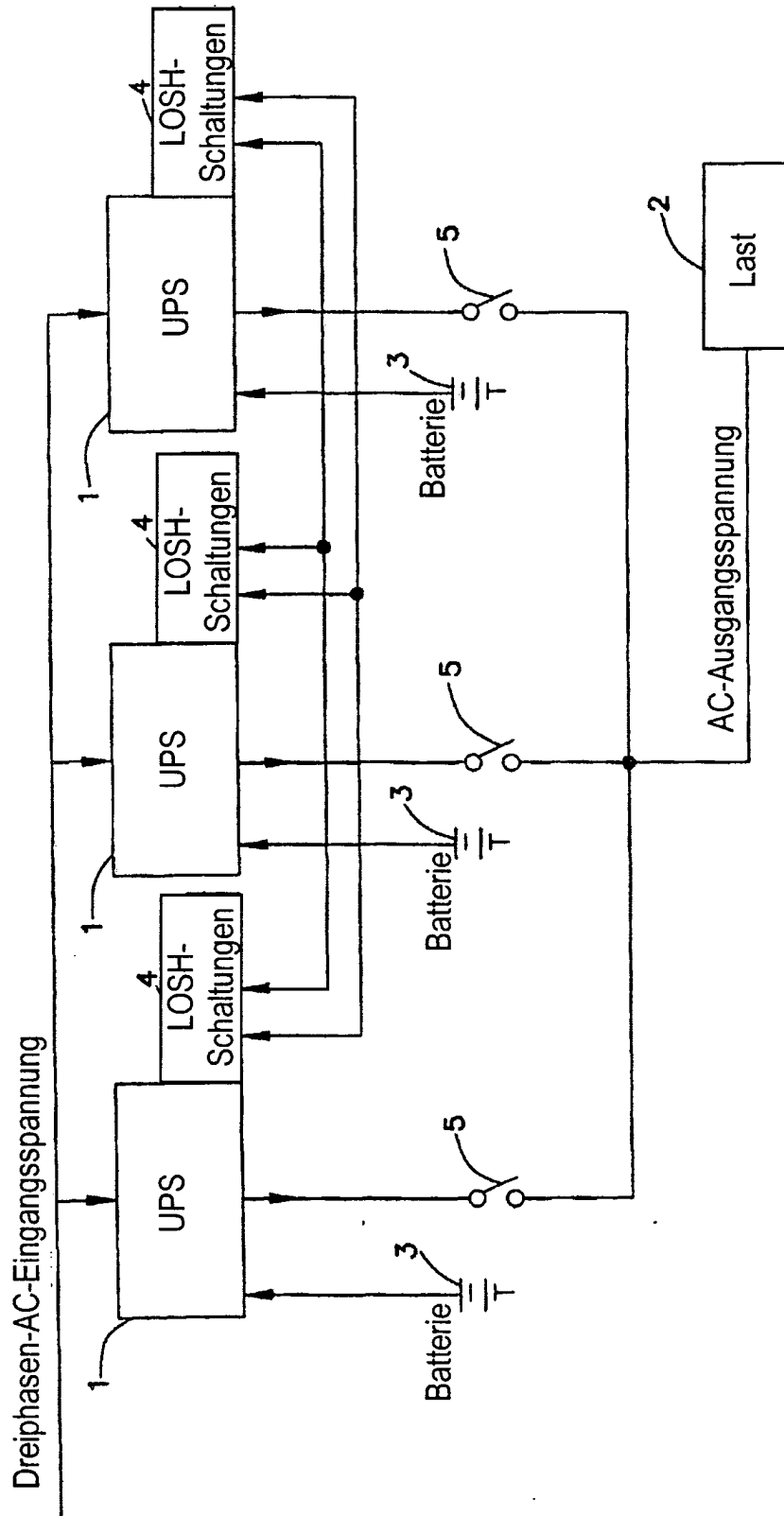
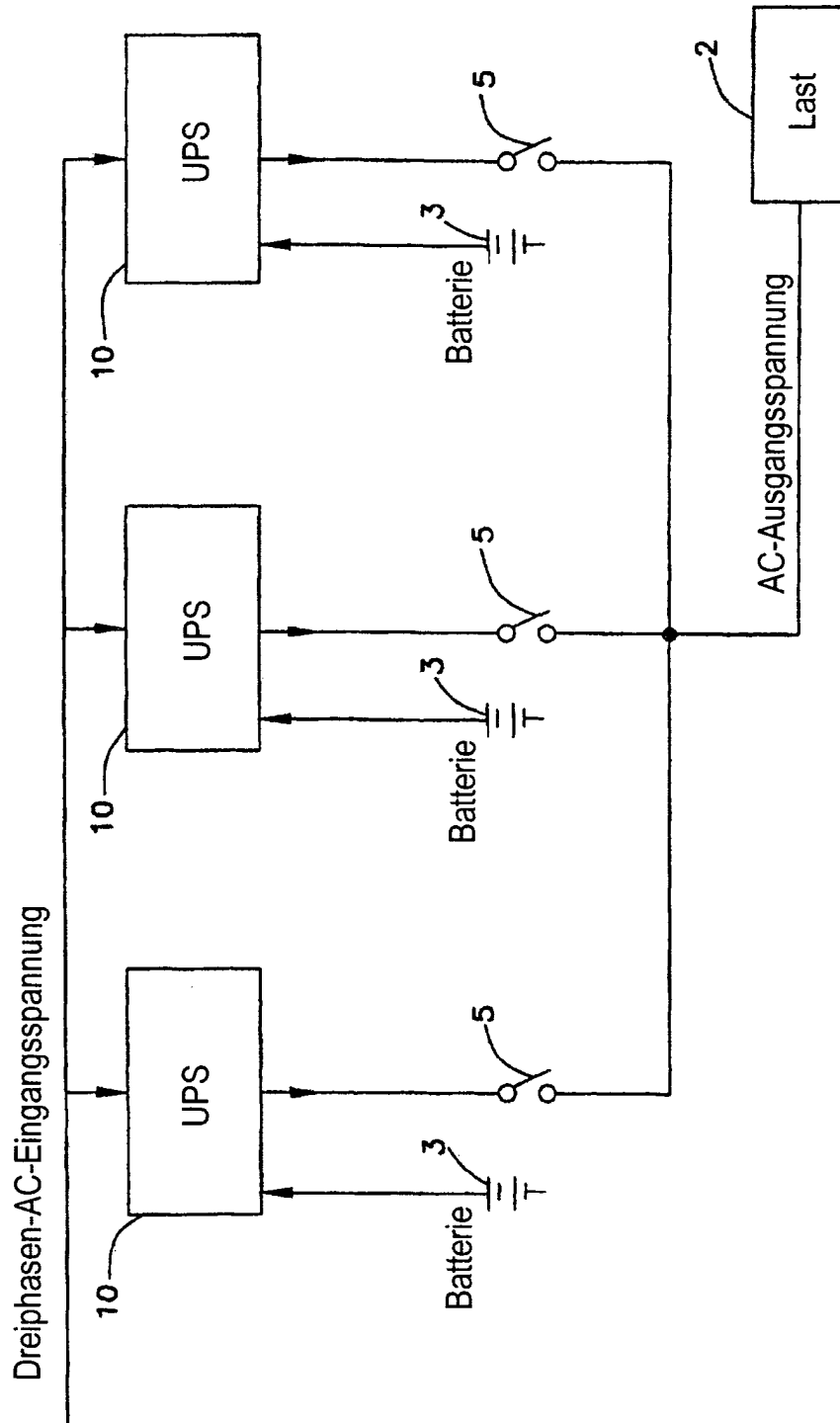


FIG. 2



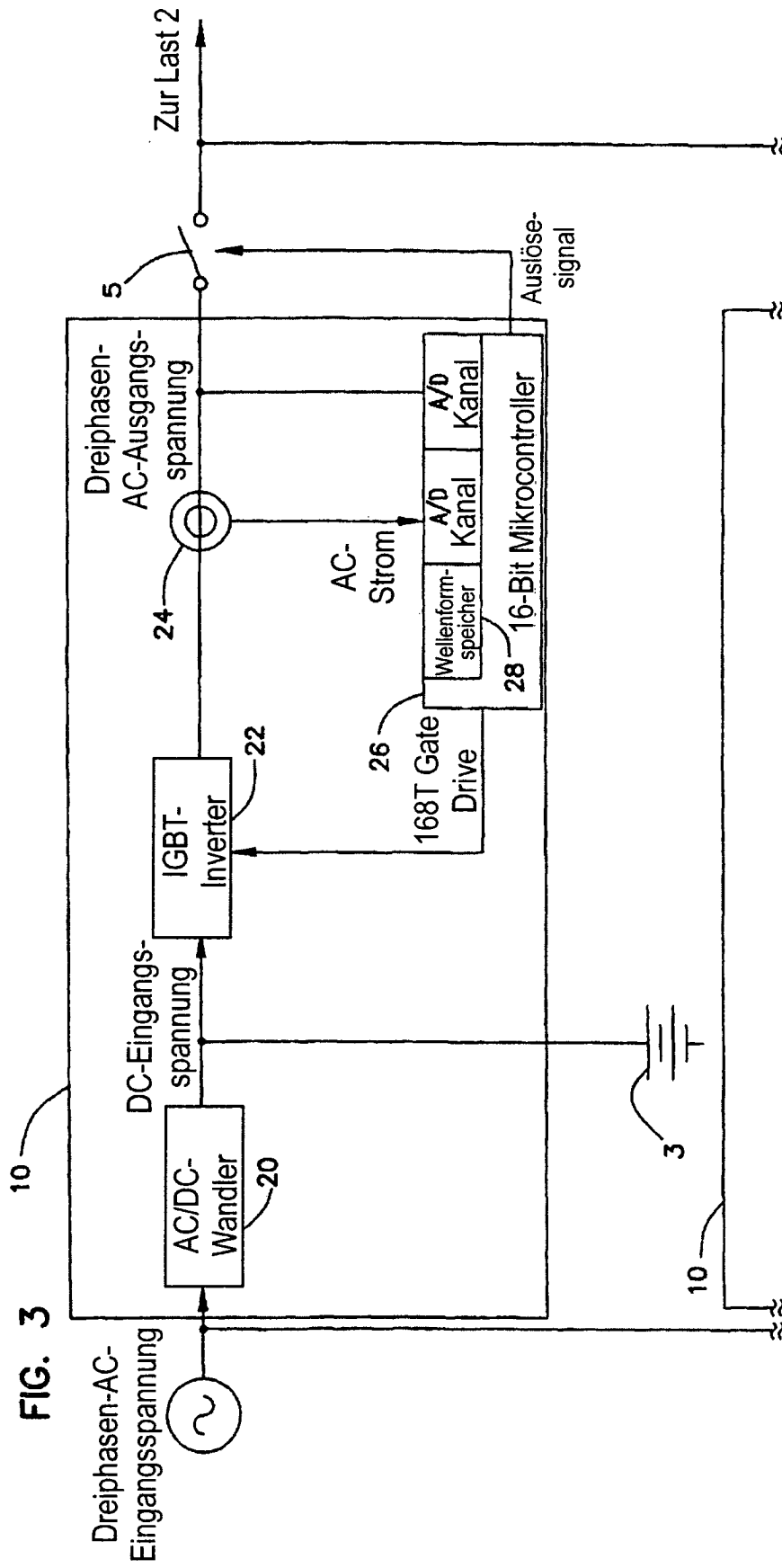


FIG. 3

FIG. 4

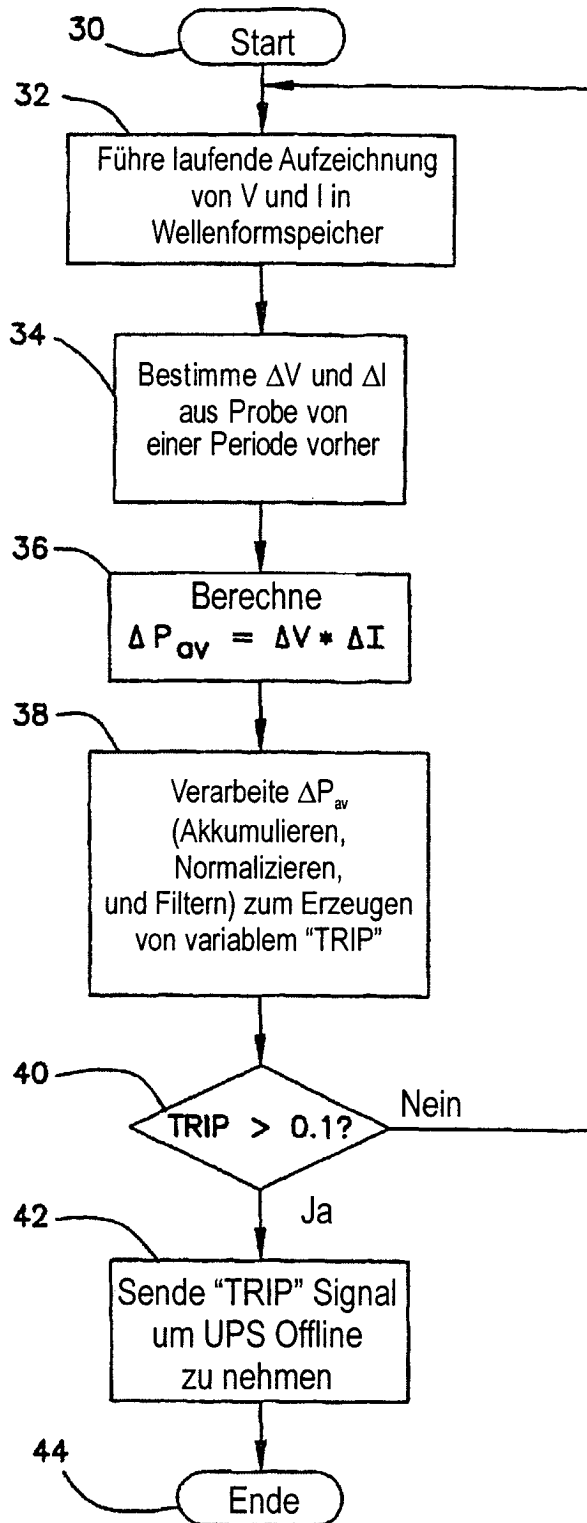


FIG. 5A

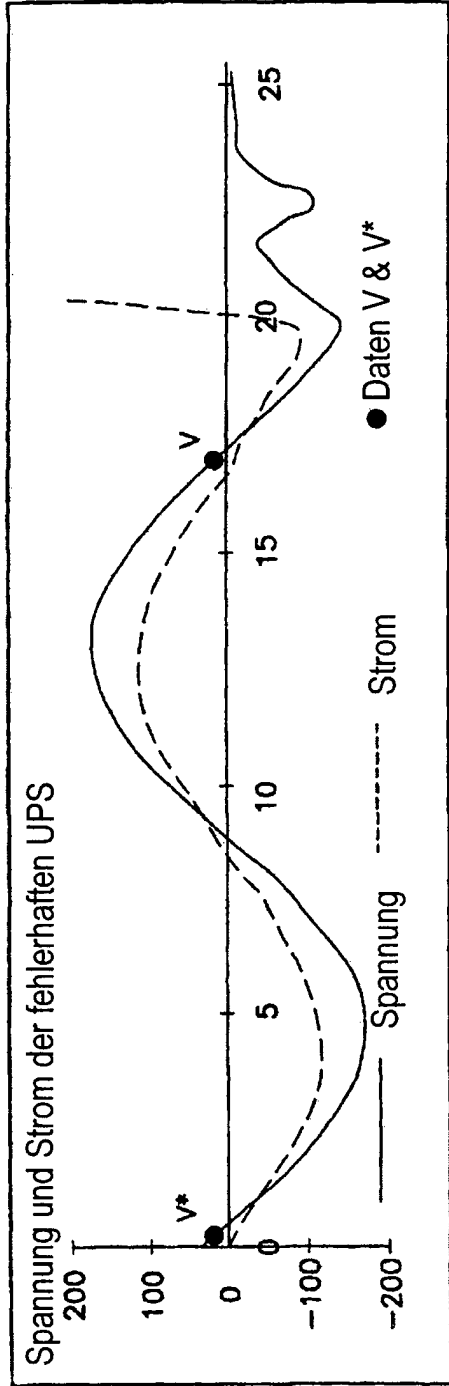


FIG. 5B

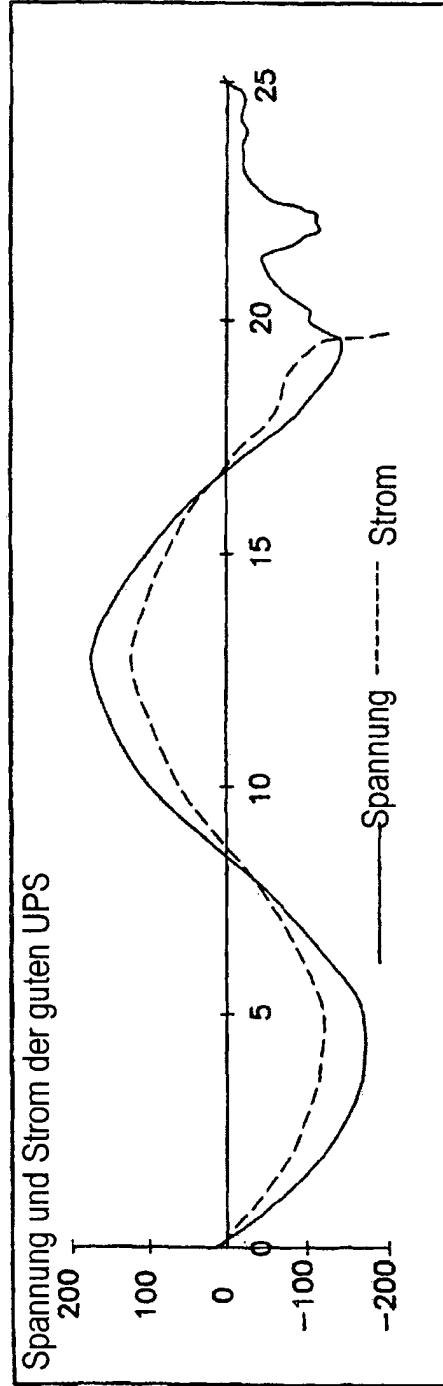


FIG. 5C

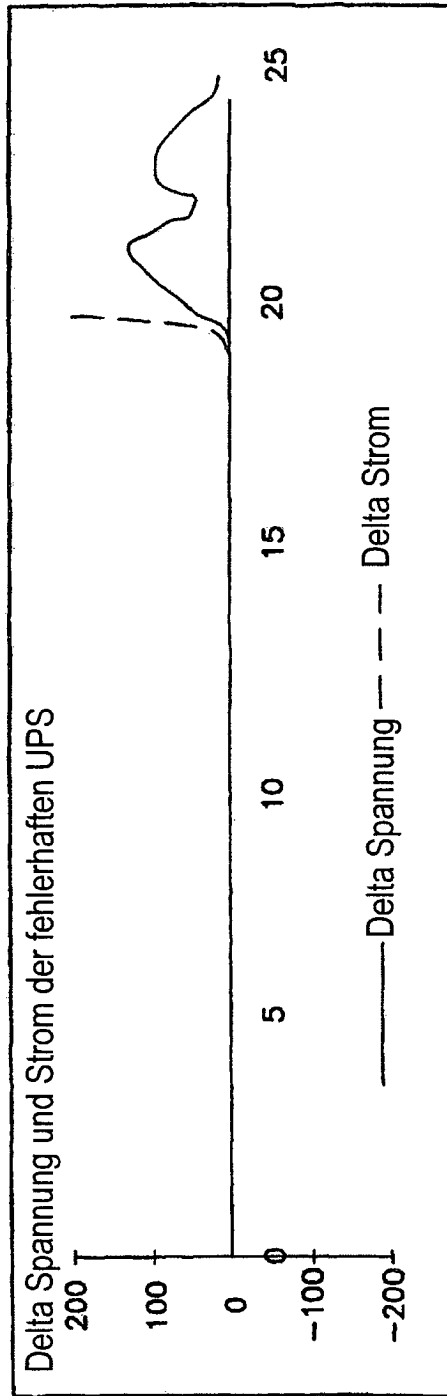


FIG. 5D

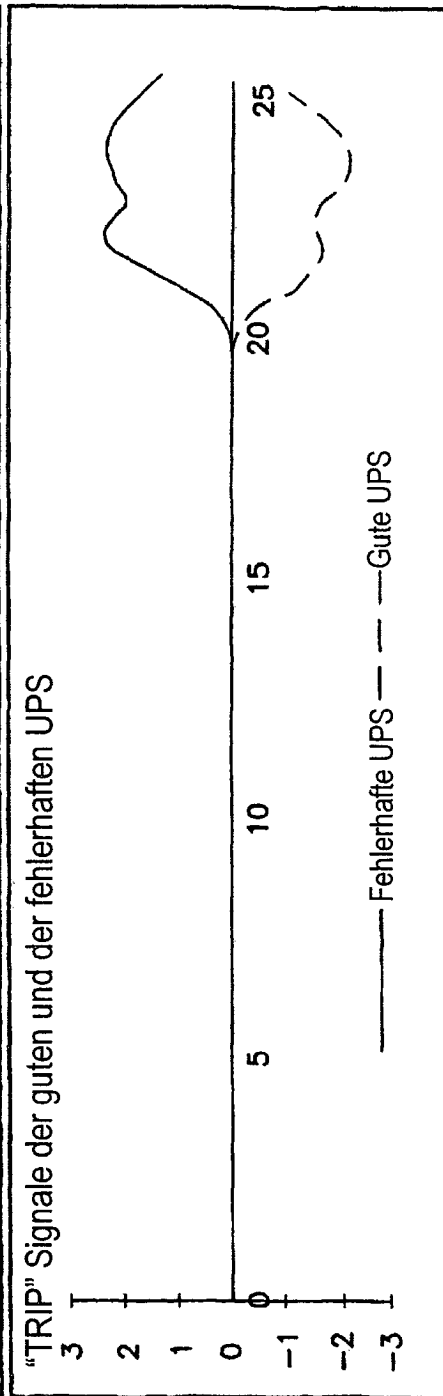


FIG. 6

