

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 762 599 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.1997 Patentblatt 1997/11

(51) Int. Cl.⁶: H02J 13/00

(21) Anmeldenummer: 96112526.7

(22) Anmeldetag: 02.08.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 10.08.1995 DE 19529509

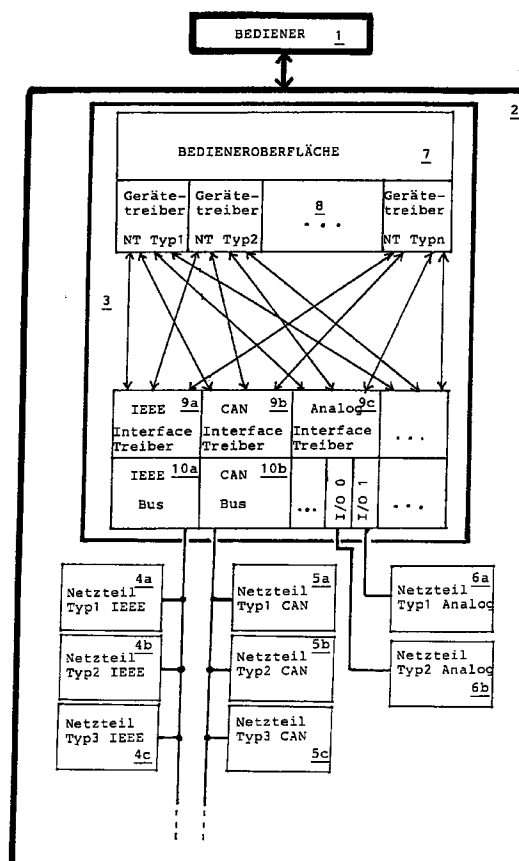
(71) Anmelder: HEINZINGER ELECTRONIC GmbH
D-83026 Rosenheim (DE)

(72) Erfinder: Lohr, Georg, Dr.
82216 Maisach (DE)

(74) Vertreter: Heim, Hans-Karl, Dipl.-Ing. et al
Weber & Heim
Patentanwälte
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(54) Netzteil-Anordnung und Verfahren zum Steuern und Regeln derselben

(57) Die Erfindung schafft eine Netzteil-Anordnung mit einer Mehrzahl von Netzteilen und ein Verfahren zum Steuern und Regeln der Netzteil-Anordnung. Das Verfahren stellt Soll-Daten für mindestens einen Start-, einen Schutz- und/oder einen Abschalt- und/oder mindestens einen Soll-Zustand für die Netzteile der Netzteil-Anordnung bereit. Die Netzteile der Netzteil-Anordnung werden aktiviert und gemäß den Soll-Daten durch Regelung und Steuerung gesetzt, sobald ein Aktivierungssignal empfangen wurde. Grundlage der Regelung und des Steuerns sind empfangene Meßdaten, welche den aktuellen Ist-Zustand der Netzteile der Netzteil-Anordnung beschreiben. Die Erfindungsgemäße Netzteil-Anordnung mit mehreren steuer- und/oder regelbaren Netzteilen weist eine Steuer-Regel-Einrichtung, insbesondere zum Steuern und Regeln der Netzteil-Anordnung gemäß dem Verfahren auf. Die Steuer-Regel-Einrichtung weist insbesondere eine Mikroprozessor- oder Computer gestützte Bedieneroberfläche auf. Die Netzteile der Netzteil-Anordnung sind über eine Bus-Hardware, Interface-Hardware-Treiber und typbezogene Gerätetreiber mit der Bedieneroberfläche im Datenaustausch verbunden.



EP 0 762 599 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern und Regeln einer Netzteil-Anordnung mit einer Mehrzahl von Netzteilen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und betrifft des weiteren eine Netzteil-Anordnung mit mehreren steuer- und/oder regelbaren Netzteilen und mit einer Steuer-Regel-Einrichtung, insbesondere zum Steuern und Regeln der Netzteile der Netzteil-Anordnung gemäß dem Verfahren.

Im Bereich von Forschung und Entwicklung sowie im Bereich der Fertigung elektrischer und elektronischer Schaltungsanordnungen oder -geräte taucht regelmäßig das Problem der individuellen Versorgung von Bauteilen, Bauteilgruppen oder -geräten mit elektrischer Energie auf. Insbesondere stellt sich häufig die Frage nach einem zuverlässigen Schutz für die Bauteile und Bauteilgruppen gegen Überlastung. Gleichzeitig ist aber auch oft eine größtmögliche Variabilität der Spannungs- und Stromversorgung gefragt.

Bekannt sind z.B. Netzteile, welche elektronisch gesteuert in unterschiedlichen Spannungs- und Strombereichen arbeiten, somit als Konstantspannungs- oder Konstantstromquelle dienen und welche darüberhinaus, ebenfalls elektronisch geregelt, beim Überschreiten bestimmter Grenzen für verschiedene im Netzteil selbst gemessene Parameter die Strom- oder Spannungsversorgung zum Schutze der Bauteile oder Bauteilgruppen abschalten.

Darüber hinaus ist es bekannt, Netzteile mit sogenannten Funktionsgeneratoren zu versehen oder Funktionsgeneratoren an diese anzukoppeln, um eine gewisse Variabilität, insbesondere im zeitlichen Verlauf der Klemmenspannung der Strom- oder Spannungsquelle zu erreichen. Dabei kann z.B. auch ein mit einer bestimmten Schnittstellenkarte ausgerüsteter Personalcomputer mit entsprechender Software zur Anwendung kommen, um ein mit einer bestimmten entsprechenden Schnittstelle ausgerüstetes konventionelles Netzteil zu steuern.

Bei diesen bekannten Netzteilen oder Netzteil-Anordnungen wird, selbst beim Vorhandensein unterschiedlicher Arbeitsbereiche an ein und demselben Netzteil bzw. an ein und derselben Netzteil-Anordnung, nur ein Typ eines Netzteils oder einer Netzteil-Anordnung verwendet. Die Auswahl und gleichzeitige Verwendung von Netzteilen und Netzteil-Anordnungen beliebiger Hersteller und beliebiger Charakteristik ist somit nicht vorbereitet oder vorgesehen.

Darüber hinaus besteht die Schwierigkeit, daß ein Abschalten der Netzteile oder Netzteil-Anordnungen aufgrund von im Netzteil bzw. in der Netzteil-Anordnung gemessenen Daten und somit aufgrund eines oft nicht realistischen Bildes in bezug auf den tatsächlichen Zustand der Bauteile oder der Bauteilgruppen erfolgt.

Bei der Verwendung von Funktionsgeneratoren ist die Variabilität der zeitlichen Verläufe für Strom und Spannung eingeschränkt, weil diese aus fest verdrahteten Bauteilgruppen heraus erzeugt werden, deren

Eigenschaften von vornherein festgelegt sind.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren zum Steuern und Regeln einer Netzteil-Anordnung mit einer Mehrzahl von Netzteilen zu schaffen, mit welchem es auf möglichst einfache und kostengünstige Art und Weise möglich ist, eine Mehrzahl von Netzteilen unabhängig von Typ, Hersteller und Anschlüssen gemeinsam unter bestmöglichem Schutz für die versorgten Bauteile oder Bauteilgruppen und unter größtmöglicher Variabilität zu steuern und zu regeln.

Die Aufgabe wird verfahrensmäßig durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und vorrichtungsmäßig durch eine Netzteil-Anordnung gemäß Anspruch 14 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Netzteil-Anordnung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren stellt Soll-Daten bereit, durch welche ein Start-, ein Schutz-, ein Abschalt- und mindestens ein Soll-Zustand für die Netzteile der Netzteil-Anordnung definiert werden. Der Start-Zustand gibt an, wie die Netzteile der Netzteil-Anordnung nach Empfang eines Aktivierungssignals gesetzt werden sollen. Dieser Startzustand kann für die verschiedenen Netzteile der Netzteil-Anordnung unterschiedlich ausgelegt sein, in der Regel wird er aber als eine Art Stand-by-Zustand mit Klemmenspannung 0 für alle Netzteile definiert sein.

Der Soll-Zustand der Netzteile gibt an, welche Klemmenspannung und welchen maximalen Strom jedes Netzteil unter Normalbetrieb liefern soll. Der Abschaltzustand definiert eine Art Alarm, wobei mindestens für jedes Netzteil angegeben ist, welche Grenzwerte für Strom oder Spannung überschritten werden müssen, damit das besagte Netzteil und/oder die gesamte Netzteil-Anordnung in einen Schutzzustand gesetzt werden. Der Schutzzustand definiert Werte für mindestens die Klemmenspannung und den maximalen Strom für jedes Netzteil, bei welchem ein Schaden für die versorgten Bauteile oder Bauteilgruppen unwahrscheinlich oder ausgeschlossen ist.

Um die Netzteile der Netzteil-Anordnung durch Regelung und Steuerung in die einzelnen Zustände setzen zu können, müssen in dem Verfahren Entscheidungen getroffen werden. Grundlage für diese Entscheidungen bilden Meßdaten, welche empfangen werden und welche den aktuellen Ist-Zustand zumindest der Netzteile der Netzteil-Anordnung widerspiegeln. Es ist zusätzlich von Vorteil, die aktuellen Ist-Zustände bestimmter Bauteile oder Bauteilgruppen genau zu kennen, um diese besser schützen zu können. Dazu können als weitere Meßdaten auch solche von vorgegebenen Knoten und/oder Maschen in den von den Netzteilen der Netzteil-Anordnung versorgten Netzwerken über externe Meßwertmeldeleitungen empfangen werden.

Als Meßdaten, welche die Zustände der Netzteile und/oder der Bauteile oder Bauteilgruppen charakterisieren, eignen sich besonders die Momentanwerte der

Spannung, des Stroms, der elektrischen und/oder auch der thermischen Leistung. Es ist jedoch auch denkbar, daß in bestimmten, experimentellen Anordnungen auch andere physikalische Größen, welche den Zustand eines Teilaspekts einer Netzwerk-Anordnung beschreiben können, sinnvoll auswertbar sind. Aufgrund dieser empfangenen Meßdaten über die aktuellen Ist-Zustände der Netzteile der Netzteil-Anordnung und/oder aufgrund der weiteren empfangenen Meßdaten wird entschieden, ob der Abschaltzustand vorliegt. Bei dieser Entscheidung kann es ausreichend sein, daß z.B. eine einzige Bedingung, z.B. das Überschreiten des Grenzwertes für die Aufnahme thermischer Leistung eines bestimmten Netzteils, erfüllt ist, um ein Netzteil oder die gesamte Netzteil-Anordnung in den Schutzzustand zu setzen. Es ist jedoch auch denkbar, daß Kombinationen von Bedingungen zur Auswertung kommen, insbesondere dann, wenn z.B. ein Grenzwertkriterium zum Schutz des versorgten Netzwerks oder der versorgten Bauteile oder Bauteilgruppen allein nicht sinnvoll ist, weil sich verschiedene Effekte überlagern können.

Um einen definierten Anfangszustand für das Verfahren bereitstellen zu können, ist es sinnvoll, daß die Soll-Daten für den Start-, Schutz-, Abschalt- und/oder für die Soll-Zustände durch ein Speichermedium bereitgestellt werden, wobei das Verfahren auf diese Daten durch Einlesen aus dem Speichermedium zugreift.

Ein solches Speichermedium kann beliebig gestaltet sein, insbesondere innerhalb eines Computersystems als Magnetspeicher, wie z.B. Disketten, Festplatten oder Bänder und dergleichen, optische oder magnetooptische Speichermedien, als RAM oder in Form von Festspeichern, wie z.B. ROM, PROM, EPROM oder EEPROM.

Darüberhinaus ist es besonders vorteilhaft, wenn die Daten durch den Benutzer oder Bediener in interaktiver und direkter Eingabe über eine Bedieneroberfläche bereitgestellt werden, denn dies ermöglicht ein Eingreifen des Bedieners oder Benutzers in das aktuelle Geschehen.

Weiterhin ist denkbar, die Bestimmung der Soll-Daten dadurch zu automatisieren, daß ein Bestimmungsverfahren, insbesondere ein Computerprogramm verwendet wird. Dieses Bestimmungsverfahren kann ebenfalls in den oben erwähnten Speichermedien abgelegt und durch diese bereitgestellt sein. Dabei kann das Bestimmungsverfahren vorteilhafterweise als flexibles Verfahren ausgelegt sein, wobei sich die Flexibilität durch Einflußnahme durch den Bediener oder durch die empfangenen Meßdaten ergibt.

Zur Kundenunterstützung und Durchführung von Ferndiagnosen ist es zweckmäßig, Möglichkeiten zur Durchführung eines Ferndiagnoseverfahrens zum Beispiel über ein Netzwerk, über Modem oder über ISDN, insbesondere für Netzteil-Anordnungen, welche computergestützt betrieben werden, vorzusehen. Damit ist es möglich, zum Beispiel eine defekte Stromversorgung oder Komponenten dieser defekten Stromversorgung

zu ermitteln. Ferner können mit derartigen Ferndiagnoseanschlüssen auch Steuerungsparameter oder -befehle oder Meßdaten über große Entfernungen ausgetauscht werden. Zusätzlich ergibt sich damit die Möglichkeit der Fernbedienung einer entsprechenden Netzteil-Anordnung.

Ein sinnvolles Arbeiten mit einer derartigen Netzteil-Anordnung ist nur möglich, wenn die Soll-Daten in Form von Werten für mindestens die Spannung, den Strom und/oder die elektrische Leistung für jedes Netzteil der Netzteil-Anordnung gegeben sind.

Häufig ist es wünschenswert, zeitliche Verläufe für die Parameter, die die Soll-Zustände der Netzteile definieren, angeben zu können, um zeitlich veränderliche Abläufe, wie sie beim Testen von Prototypen und Entwurfsschaltungen benötigt werden, zu realisieren. Deshalb ist es vorgesehen, daß die Soll-Daten für die Soll-Zustände aller Netzteile der Netzteil-Anordnung auch in Form zeitlicher Verläufe oder in Form einer Zeitreihe für die Spannungen, Ströme und/oder die elektrischen Leistungen aller Netzteile der Netzteil-Anordnung bereitgestellt werden können. Dies geschieht vorteilhafterweise wiederum durch Auslesen aus einem Speichermedium, wo diese Zeitreihen z.B. in Form einer Tabelle abgelegt sein können, oder auf der Grundlage eines Bestimmungsverfahrens, insbesondere durch ein Computerprogramm, oder auch durch direkte Eingabe durch einen Bediener in interaktiver Art und Weise über eine Bedieneroberfläche. Ein Bestimmungsverfahren zur Erzeugung derartiger Zeitreihen wird vorzugsweise aus einem Speichermedium eingelesen. Es kann aber auch interaktiv durch einen Bediener mittels der Bedieneroberfläche in einem extra vorgesehenen Programmiermodus eingegeben und einprogrammiert werden. Ferner ist auch die Fernübertragung mittels Modem, ISDN oder Netzwerk erwünscht und vorgesehen.

In den typischen Anwendungen in Forschung und Entwicklung in der Elektronikindustrie sind bestimmte zeitliche Verläufe für die Parameter der Strom- und Spannungsversorgungseinrichtungen erforderlich, um z.B. Netzteilstörungen oder auch Überlagerungen verschiedener Effekte unterschiedlicher Netzteile oder auch Ein- oder Abschaltvorgänge sowie Systemausfälle simulieren zu können. Aus diesem Grund ist es besonders sinnvoll, die zeitlichen Verläufe oder Zeitreihen in Form von Rampen für die Spannung, den Strom und/oder die elektrische Leistung für die Netzteile der Netzteil-Anordnung vorzusehen. Dabei wird eine solche Rampe zwischen zwei verschiedenen Werten von Spannung, Strom und/oder elektrischer Leistung mit bestimmter Verzögerungs- und bestimmter Anstiegs- bzw. Abfallzeit realisiert. Darüber hinaus ist der zeitliche Verlauf eines Spikes oder eines Pulses wünschenswert, wobei eine bestimmte Höhe über bzw. unter einem festen Wert für Spannung, Strom und/oder elektrischer Leistung vorgesehen ist und eine bestimmte Anstiegs- und Abfallzeit sowie eine Pulsdauer bereitgestellt werden.

Aufgrund dieser freien Parameterwahl können letzt-

lich auch durch Aneinanderreihung verschiedener zeitlicher Verläufe beliebige Kurvenformen für den zeitlichen Verlauf von Spannung, Strom und/oder elektrischer Leistung simuliert werden. Dabei kann auch jedes Netzteil der Netzteil-Anordnung getrennt angesteuert werden, so daß auf diese Art und Weise auch Überlagerungseffekte verschiedener Quellen, insbesondere Netzbrummen simuliert und untersucht werden können.

Besonders flexibel gestaltet sich die Definition des zeitlichen Verlaufs, wenn dieser durch ein Bestimmungsverfahren, insbesondere durch ein Computerprogramm, welches aus einem Speichermedium einlesbar ist oder welches durch den Bediener über eine Bedienoberfläche eingebbar, veränderbar und speicher- und abrufbar ist, realisiert wird. Ein solches Bestimmungsverfahren ist in seinem Verlauf vorteilhafterweise von den empfangenen Meßdaten beeinflussbar.

So können mehrere Netzteile automatisch und passend zu einer bestimmten Meß- oder Versorgungsaufgabe eingestellt werden. Ein typisches Anwendungsbeispiel ist dabei die Simulation einer Mehrfachversorgung, wie sie zum Beispiel beim Einsatz von PC-Boards benötigt wird. Diese Boards benötigen Versorgungen von zum Beispiel +5V/15A, +15V/2A und -15V/0,5A. Unter bestimmten Betriebsumständen können einzelne dieser Versorgungen ausfallen oder niedrigere Spannungen abgeben. Eine Simulation dieser Betriebszustände ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren besonders einfach. Hier müssen lediglich die unterschiedlichen Spannungen, Ströme und/oder deren Zeitverläufe in Form einer Zeitreihe vorprogrammiert oder vorgegeben werden.

Besonders interessant ist dabei die Simulation des Einschaltvorganges. Auch bei einem Mehrfachnetzteil besitzen nicht alle Versorgungsspannungen die gleiche Anstiegszeit. Dies hängt von den Lastbedingungen sowie vom Design des Netzteils ab. Bestimmte Schaltungen reagieren aber empfindlich auf zu große Spannungsdifferenzen oder -abweichungen. So kann es sein, daß eine Schaltung erst dann korrekt arbeitet, wenn die Versorgungsspannung von 15V richtig anliegt und danach die 5V-Versorgung eingeschaltet wird. Ebenso ist der umgekehrte Fall denkbar. Für die Praxis ist beim Einsatz von Mehrfachversorgungen insbesondere wichtig, diese Zusammenhänge zu kennen und zum Beispiel beim Ersteinsatz von Schaltungen zu testen. Mit Hilfe konventioneller Netzteile ist dies kaum möglich, weil dort insbesondere die Einschaltbedingungen nicht definierbar sind. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens müssen hier lediglich die Einschaltflanken oder -rampen für die jeweiligen Netzteile der Netzteil-Anordnung vorgegeben werden, um diese Zustände simulieren zu können.

Ein weiteres Problem, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, insbesondere in der Rechnertechnik, gut simulierbar ist, ist die Herstellung eines genau definierten Reset-Zustandes. Hier wird in komplexen Digitalschaltungen, insbesondere auch in Computern, dafür gesorgt, daß alle Komponenten einen definierten

Startzustand einnehmen, von dem aus sie ihre Funktion, insbesondere ihren Programmablauf beginnen. Damit ist bei jedem Einschalten für denselben Startzustand und für dieselben Anfangsbedingungen gesorgt, was für einen definierten Funktions- oder Programmablauf Voraussetzung ist. Die üblicherweise eingesetzten Reset-Schaltungen benötigen eine definierte Flankensteilheit für die Versorgungsspannung beim Einschalten des Netzteils. Ist die Flankensteilheit des Netzteils zu groß oder zu klein, so kann unter Umständen kein Reset erfolgen. Dies würde zu einem undefinierten Zustand innerhalb der Schaltungen führen, was äußerst gefährliche Auswirkungen haben kann. Daher ist es bei solchen Schaltungen besonders wichtig, in der Entwicklungsphase für die Schaltung das Einschaltverhalten in bezug auf die Spannungs- und/oder Stromversorgung zu simulieren und für den Stromversorgungshersteller zu spezifizieren.

Auch dies ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne großen Aufwand möglich, weil hier auch bei Einzelversorgungen definierte Ein- und Ausschaltflanken, insbesondere über die vorwählbaren Rampenfunktionen, vorgegeben werden können. Insbesondere bei Analogschaltungen kann ein undefiniertes Verhalten beim Einschalten der Stromversorgung zu Schwingungen, Überspringern oder Latch-up führen. All diese Effekte lassen sich besonders einfach mit dem erfindungsgemäßen Verfahren simulieren und untersuchen. Bei Digitalschaltungen ist auch die Kenntnis der Reaktion auf kurzzeitige Spannungsausfälle wichtig. So können einzelne Flip-Flops ihren Zustand ändern oder es können Signale auf weiterführende Schaltungen kurzzeitig falsch übertragen werden. Dies kann zu einer Fehlfunktion der gesamten Schaltung führen. Die Simulation solcher Spannungseinbrüche oder Totalausfälle ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren problemlos möglich.

Auf dem Stromversorgungsnetz einer Schaltung können abhängig von Lastfällen, von mangelnder Regelgüte der Stromversorgung oder auch durch externe Einspeisung starke Spannungsschwankungen oder Spikes auftreten. Insbesondere im Hinblick auf die neuen europäischen Normen ist es wichtig, das Störverhalten solcher Schaltungen zu kennen. Eine Simulation dieser Störungen ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr einfach durchführbar.

Beim praktischen Laborbetrieb werden alle zum ersten Mal aufgebauten Schaltungen, insbesondere Leistungselektronikschaltungen, durch ein langsames Hochfahren der Versorgungsspannungen in Betrieb genommen. Dabei wird die Schaltung sorgfältig beobachtet und bei einer Fehlfunktion der Schaltung durch den Bediener schnell außer Betrieb gesetzt, bevor größere Schäden auftreten.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine langsam ansteigende Rampe programmiert werden. Sollte die getestete Schaltung fehlerhaft sein und insbesondere eine zu hohe Stromaufnahme aufweisen, so kann das erfindungsgemäße Verfahren die entspre-

chenden Spannungs- oder Stromversorgungen blitzschnell abschalten.

Weiter sind einfache Strombegrenzungen realisierbar, welche im Ansprechfall auf eine Konstantstromregelung übergehen. Zusätzlich können aber auch Fold-back-Kennlinien oder durch das Verfahren gesteuerte Schnellabschaltungen realisiert werden.

Auch das thermisch verzögerte Überlastverhalten ist simulierbar, so daß die an eine Last abgegebene thermische Wirkleistung begrenzt wird. Damit kann kurzzeitig eine hohe Leistung abgegeben werden, falls die Last diese benötigt. Wird aber aufgrund einer Fehlersituation längere Zeit eine höhere Last abgegeben, so wird die Leistung begrenzt oder die Strom- oder Spannungsversorgung abgeschaltet, was eine thermische Zerstörung der Last verhindert.

Realisierbar sind durch das erfindungsgemäße Verfahren ferner ein einstellbarer Innenwiderstand, eine einstellbare Leistungskennlinie oder auch Kombinationen dieser Eigenschaften. Dadurch ist es zum Beispiels möglich, beliebige Stromversorgungen, insbesondere auch schlechte Stromversorgungen, nachzubilden. Schlechte Stromversorgungen zeichnen sich zum Beispiel durch einen höheren Innenwiderstand, überlagertes Netzbrummen und ähnliche Effekte aus. Durch gleichzeitige Messung des Einschaltstromes der Last sowie durch gleichzeitige Überwachung der Lastspannung ist also auch das Charakterisieren der von den Netzteilen der Netzteil-Anordnung versorgten Netzwerke möglich.

Für diese Untersuchungen eignen sich insbesondere die empfangenen Meßdaten. Dazu ist es vorgesehen und besonders sinnvoll, die Meßdaten in ein Speichermedium auszulesen, um sie später genauer analysieren zu können. Häufig ist es aber auch notwendig, die Daten direkt in Echtzeit in grafischer oder in anderer, codierter Form dargestellt analysieren zu können, um den Zustand des zu untersuchenden Objekts direkt vor Augen zu haben.

Besonders geeignet ist es dabei, die Meßdaten in Form zeitlicher Verläufe für Spannung, Strom und/oder elektrischer oder thermischer in Form einer Oszilloskop-Funktion grafisch darzustellen. Notwendig und besonders sinnvoll sind, insbesondere bei sehr schnellen zeitlichen Verläufen, entsprechend vorgesehene Trigger-Funktionen. Es kann aber auch ausreichend sein, die grafische Darstellung in Form eines Zeigerinstruments zu wählen oder auch in Form digital anzuzeigender Meßwerte.

Zur Dauerbeobachtung von Meßobjekten lassen sich Langzeitaufzeichnungen der entsprechenden Ausgangsgrößen, Strom, Spannung und/oder elektrische oder thermische Leistung, ähnlich wie bei einem Datenlogger, durchführen. Die erwähnten dynamischen Messungen nach Art eines Oszilloskops sind mit einer Bandbreite von bis zu mehr als 100 Hz möglich. Die Ergebnisse lassen sich auf einem Oszilloskop-Bildschirm, ähnlich wie bei einem Digitalspeicher-Oszilloskop, darstellen und weiter auswerten. So sind auch

sämtliche Oszilloskopfunktionen, wie zum Beispiel Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division oder auch x-y-Darstellung der Meßkurven, vorgesehen.

Alle diese Kurven und Meßdaten können entweder als Zahlenwert oder als grafisches Ergebnis, insbesondere bei der computergestützten Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens, in andere Computerapplikationen, insbesondere in Windows-Applikationen wie zum Excel, Words oder beliebige Datenbanken übernommen werden. Auf der anderen Seite sollen die Netzteile der Netzteil-Anordnung durch Kurvenformen, wie sie gerade in diesen Windows-Applikationen erzeugt wurden, gesteuert werden können, damit beliebige Kurvenformen, wie zum Beispiel Dreieck oder gestörte Kurvenformen, an die versorgte Last abgegeben werden können.

Die Auswertung der Lastparameter ist dann durch einfache Analyse der Last möglich. So kann zum Beispiel festgestellt werden, ob die Last schwingt. Ebenso stehen alle Triggerfunktionen, wie sie ein normales Oszilloskop bietet, zur Verfügung. Durch zusätzlich vorgesehene Ausgänge können weitere Geräte angesteuert werden und ebenso können durch externe Eingänge Triggersignale weiterer Geräte aufgezeichnet oder zur Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden. Zusätzlich ist die Analyse beliebiger Signale oder Meßdaten im Zeitbereich durch eine Fourier-Transformation (FFT) durchführbar.

Zur Sicherung der Gewährleistung des Herstellers können auch Fehlbedienungen des Bedieners automatisch in einem gesamten Ablaufprotokoll mitaufgezeichnet werden. Weiterhin können Ausfallsituationen der Stromversorgung mitaufgezeichnet werden, wodurch die Ursache wie der Ablauf eines Ausfalls einer oder mehrerer Komponenten im Nachhinein nachvollzogen werden kann. Dies ist insbesondere für die Erhöhung der Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der gesteuerten Netzteil-Anordnung ein wichtiger Aspekt.

Zur Durchführung dieses Verfahrens umfaßt eine erfindungsgemäße Netzteil-Anordnung mit mehreren steuer- und/oder regelbaren Netzteilen eine Steuer-Regel-Einheit, welche vorteilhafterweise insbesondere durch einen Mikroprozessor gesteuert ist und eine durch einen Mikroprozessor gesteuerte und/oder computerunterstützte Bedieneroberfläche umfaßt.

Diese Bedieneroberfläche kann als Bediener-Panel, als Handsteuerbox oder als Bedienermonitor ausgelegt sein und Bedienerknöpfe sowie eine Anzeige, z.B. in LCD-Form umfassen. Andererseits ist auch eine umfassende Computeranlage denkbar, auf welcher eine grafische Benutzeroberfläche (GUI, Graphical User Interface), insbesondere im SAA-Standard, menügesteuert abläuft. Über eine solche grafische Benutzeroberfläche sind dann im Handshaking- und/oder Multitasking-Betrieb über Menüs alle Verfahrensschritte abruf- und ausführbar.

Die Netzteile sind dabei besonders flexibel über eine Bus-Hardware mittels Interface-Hardware-Treibern

und typenbezogenen Gerätetreibern mit der Bedieneroberfläche, insbesondere im Datenaustausch verbunden. Über diesen Datenaustausch werden die gewünschten Aktionen und Steuerbefehle und/oder Meßdaten und Meldungen zwischen den Netzteilen der Netzteil-Anordnung und der Bedieneroberfläche der Steuer-Regel-Einrichtung ausgetauscht.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Netzteil-Anordnung besteht darin, daß die Verwendung unterschiedlicher Typen von Netzteilen vorgesehen ist, wobei insbesondere Unabhängigkeit vom Hersteller und von den Arbeitscharakteristika gegeben ist. Es sind somit aufgrund der vorgesehenen galvanischen Trennung zwischen Steuer-Regel-Einrichtung und den Netzteilen der Netzteil-Anordnung durchaus Niederspannungs- und/oder Hochspannungs- sowie Niederfrequenz- und/oder Hochfrequenzanwendungen gleichzeitig steuer- und regelbar.

Insbesondere beim Austesten von Prototypen oder sehr empfindlichen elektronischen Schaltungen ist die parameterabhängige Steuerung unverzichtbar. Deshalb ist es besonders zweckmäßig, daß die Netzteile mittels der Bedieneroberfläche ein- oder zweidimensional mittels Steuerparametern gesteuert und geregelt werden können. Über die Bedieneroberfläche sind die ein- oder zweidimensionalen Steuerungsparameter eingebbar, speicherbar und/oder abrufbar.

So kann z.B. eine für Tests sinnvolle spannungsabhängige Strombegrenzung bei Schaltnetzteilen realisiert werden. Es ist ferner vorgesehen, daß über die Bedieneroberfläche Anstiegs-, Abfallflanken, Spikes, Pulse und definierte Resetzustände eingebbar, speicherbar und abrufbar sind. Dadurch wird dem Bediener ermöglicht, auf möglichst einfache und zeitsparende Art und Weise Testsituationen für Versuchsschaltungen und Prototypen zu schaffen.

Um eine möglichst große Unabhängigkeit von den von den Herstellern gefertigten Netzteilen zu gewährleisten, ist es notwendig und vorteilhaft, das Interface-Hardware-Treiber und Bus-Hardware nach allen gängigen Standards realisiert sind. Insbesondere sind Interface-Hardware-Treiber und Bus-Hardware nach dem IEEE-Standard, dem CAN-Standard und/oder nach dem Standard für den Analogbetrieb ausgebildet. Die leichte Austauschbarkeit läßt auch eine Anpassung an den RS232- oder an den MC-Standard zu.

Für die sinnvolle Regelung und Steuerung der Netzteile und der Netzteil-Anordnung werden Informationen über den Zustand der Netzteile sowie der von den Netzteilen versorgten Netzwerke oder Bauteile oder Bauteilgruppen benötigt. Es ist deshalb besonders zweckmäßig, daß über die Bus-Hardware und/oder über zusätzlich ausgebildete Meßwertmelleitungen eine Meßdatenzuführung an die Steuer-Regel-Einrichtung realisiert ist. Dies betrifft insbesondere Meßdaten über die aktuellen Ist-Werte für Spannung, Strom, elektrische und/oder thermische Leistung der Netzteile der Netzteil-Anordnung. Es ist besonders vorteilhaft, zusätzlich Ist-Werte für die physikalischen Größen

bestimmter Knoten oder Maschen der von den Netzteilen versorgten Netzwerke der Steuer-Regel-Einrichtung zuzuführen.

Für die sofortige oder auch spätere Analyse des Verhaltens der von den Netzteilen versorgten Netzwerke ist es wünschenswert, die von der Steuer-Regel-Einrichtung aufgenommenen Meßdaten auf ein Speichermedium speicherbar auszulesen. Des weiteren ist es zweckmäßig, daß zur grafischen und/oder auch codierten Darstellung der Steuerungsparameter der Netzteile und/oder der aufgenommenen und/oder gespeicherten Meßdaten eine Anzeigeeinrichtung vorgesehen ist. Diese kann in Form eines LCD-Displays, eines Oszilloskopenschirms, oder auch als Grafik-Fenster einer Benutzeroberfläche im SAA-Standard ausgebildet sein.

Die verfahrensmäßige Realisierung auf einem Personalcomputer erlaubt die Verwendung gängiger Softwareprodukte, insbesondere unter Windows, zur Realisierung der oben genannten Steuerungs-, Regelungs- und Meßaufgaben, wobei auch das Einbinden und Auslesen von Daten von Steuerungsparametern zu anderen Applikationen unter Windows vorgesehen ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer schematischen Zeichnung, welche ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Netzteil-Anordnung zeigt, näher erläutert.

Durch einen Bediener 1 wird auf eine Bedieneroberfläche 7 der Steuer-Regel-Einrichtung 3 einer erfindungsgemäßen Netzteil-Anordnung 2 mit mehreren Netzteilen 4a, 4b, 4c, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b zugegriffen. Über diese Bedieneroberfläche 7 werden entsprechende Verfahrensschritte aktiviert, welche Anweisungen und Rückmeldungen über Gerätetreiber 8 und Interface-Hardware-Treiber 9a, 9b, 9c über entsprechende Bus-Hardware 10a und 10b bzw. über Analogleitungen 11a und 11b zu den entsprechenden Netzteilen 4, 5 und 6 übertragen.

Die Gerätetreiber 8 sind für jeden Netzteiltyp Typ 1 bis Typ n angepaßt und ausgelegt und stehen für jeden Interface-Hardware-Treiber 9a, 9b, 9c zur Verfügung. Insbesondere gibt es angepaßte Formen für Interface-Hardware-Treiber zum IEEE- und CAN-Standard sowie zum Analog-Betrieb.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern und Regeln einer Netzteil-Anordnung mit einer Mehrzahl von Netzteilen, **gekennzeichnet** durch folgende Verfahrensschritte:
 - a) Bereitstellen von Soll-Daten gemäß mindestens eines Start-, eines Schutz- und/oder eines Abschalt- und/oder gemäß mindestens eines Soll-Zustandes der Netzteile der Netzteil-Anordnung,
 - b) Empfangen eines Aktivierungssignals,
 - c) Aktivieren und Setzen der Netzteile der

- Netzteil-Anordnung gemäß den Soll-Daten von Start-, Schutz- und Abschaltzustand bei Vorliegen des Aktivierungssignals,
- d) Empfangen von Meßdaten gemäß eines aktuellen Ist-Zustandes der Netzteile der Netzteil-Anordnung und
- e) Steuern und Regeln der Netzteile der Netzteil-Anordnung entsprechend der Soll-Daten eines Soll-Zustandes.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß entschieden wird, ob gemäß den Meßdaten des aktuellen Ist-Zustandes der Netzteil-Anordnung der Abschaltzustand vorliegt, und daß bei Vorliegen des Abschaltzustandes die Netzteile der Netzteil-Anordnung in den Start- oder Schutzzustand gesetzt werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Soll-Daten gemäß des Start-, Schutz-, Abschalt- und/oder der Soll-Zustände durch Einlesen aus einem Speichermedium, durch interaktive Eingabe durch einen Bediener und/oder durch Bestimmung mittels eines Bestimmungsverfahrens bereitgestellt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Soll-Daten in Form von Werten für Spannung, Strom und/oder für die elektrische Leistung für jedes Netzteil der Netzteil-Anordnung bereitgestellt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Soll-Daten für die Soll-Zustände aller Netzteile der Netzteil-Anordnung in Form zeitlicher Verläufe oder in Form einer Zeitreihe für die Spannungen, Ströme und/oder die elektrischen Leistungen aller Netzteile der Netzteil-Anordnung bereitgestellt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zeitlichen Verläufe oder die Zeitreihen jeweils durch Einlesen aus einem Speichermedium, durch interaktive Eingabe durch einen Bediener und/oder durch Bestimmung mittels eines Bestimmungsverfahrens bereitgestellt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bestimmungsverfahren durch Einlesen aus einem Speichermedium und/oder durch interaktive
- Eingabe durch einen Bediener bereitgestellt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zeitlichen Verläufe oder Zeitreihen in Form einer Rampe zwischen je zwei Werten für die Spannung, den Strom und/oder die elektrische Leistung mit bestimmter Verzögerungs- und bestimmter Anstiegs- bzw. Abfallzeit oder in Form eines Spikes oder Pulses von bestimmter Höhe über bzw. unter einem festen Wert für die Spannung, den Strom und/oder die elektrische Leistung mit bestimmter Anstiegs- und Abfallzeit und Pulsdauer bereitgestellt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Meßdaten mindestens die aktuellen Ist-Werte für die Spannung, den Strom und/oder die elektrische und/oder thermische Leistung der Netzteile der Netzteil-Anordnung und/oder vorgegebener Knoten oder Maschen in den von den Netzteilen der Netzteil-Anordnung versorgten Netzwerken empfangen werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die empfangenen Meßdaten in ein Speichermedium ausgelesen und/oder in grafischer und/oder codierter Form dargestellt werden.
11. Netzteil-Anordnung mit mehreren steuer- und/oder regelbaren Netzteilen und mit einer Steuer-Regel-Einrichtung, insbesondere zum Steuern und Regeln der Netzteil-Anordnung gemäß Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Steuer-Regel-Einrichtung eine microprozessor- oder computergestützte Bedieneroberfläche aufweist und daß die Netzteile über eine Bus-Hardware, Interface-Hardware-Treiber und typbezogene Gerätetreiber mit der Bedieneroberfläche im Datenaustausch verbunden sind.
12. Netzteil-Anordnung nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß Netzteile unterschiedlicher Typen und/oder Arbeitsbereiche vorgesehen sind, und daß über die Bedieneroberfläche ein- oder zweidimensionale Steuerungsparameter, insbesondere Anstiegs-, Abfallflanken und definierte Resetzustände, für die Netzteile eingebbar, speicherbar und abrufbar sind.
13. Netzteil-Anordnung nach einem der Ansprüche 11

oder 12,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Interface-Hardware-Treiber und/oder die
Bus-Hardware nach IEEE-Standard, CAN-Standard und/oder Analogbetrieb ausgebildet sind.

5

14. Netzteil-Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß durch die Steuer-Regel-Einrichtung über die
Bus-Hardware und/oder über zusätzlich ausgebildete Meßwertmeldeleitungen mindestens aktuelle Ist-Werte für Spannung, Strom, elektrische und/oder thermische Leistung der Netzteile der Netzteil-Anordnung und/oder bestimmter Knoten oder Maschen der von den Netzteilen der Netzteil-Anordnung versorgten Netzwerke aufnehmbar und/oder speicherbar sind.

10

15

15. Netzteil-Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Steuer-Regel-Einrichtung eine Anzeigeeinrichtung umfaßt und
daß auf der Anzeigeeinrichtung die Steuerungsparameter der Netzteile und/oder die aufgenommenen und/oder gespeicherten Meßwerte grafisch und/oder in codierter Form darstellbar sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

