

(12)

Patentschrift

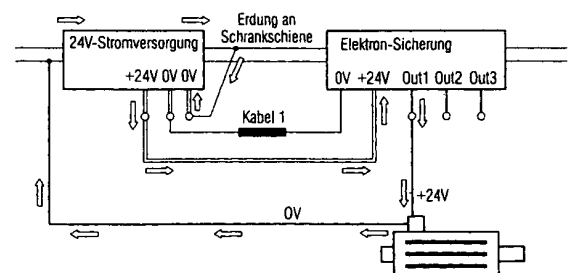
(21) Anmeldenummer: A 246/2007 (51) Int. Cl.⁸: **H02H 1/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2007-02-16
(43) Veröffentlicht am: 2008-06-15

(73) Patentanmelder:
SIEMENS AG ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT)
(72) Erfinder:
REITHMAYER FRANZ
WIEN (AT)
SCHWEIGERT HARALD
WIEN (AT)

(54) ELEKTRONISCHE SICHERUNG FÜR EINE STROMVERSORGUNG

(57) Sicherungsschaltung für eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung, bei der erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, dass sie am Ausgang der Stromversorgung angeordnet ist, und zwischen der positiven Stromversorgungsklemme (3) und der positiven Ausgangsklemme (1) zur Gleichspannungsanlage ein Schaltelement (S1), sowie eine zwischen dem Schaltelement (S1) und der positiven Ausgangsklemme (1) geschaltete Drossel (L1) vorgesehen ist, wobei die Drossel (L1) an ihrer mit der positiven Ausgangsklemme (1) verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator (C2), und die mit dem Schaltelement (S1) verbundene Seite der Drossel (L1) an die Kathodenseite einer parallel zum Ausgangskondensator (C2) geschalteten Diode (D1) geschaltet ist, sowie eine Steuerung für das Schaltelement (S1) vorgesehen ist, die das Schaltelement (S1) in Abhängigkeit vom in der Sicherungsschaltung gemessenen Strom schaltet.

FIG 4



Die Erfindung betrifft eine Sicherungsschaltung für eine eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei getakteten Stromversorgungen ist aus Schutzgründen der Leistungshalbleiter und der Wickelgüter fast immer eine Strombegrenzung mit eingebaut. Diese Strombegrenzung hat zur Folge, dass bei Unterteilung der Ausgangsleistung in mehrere Zweige bei Absicherung mit einer Schmelzsicherung oder eines Automaten im Kurzschlussfall nicht der nötige Auslösestrom geliefert werden kann. Elektronische Sicherungen mit genauer Oberlastkennlinie und genauem Auslösestrom sind bereits erhältlich. Aufwendig sind diese Schaltungen jedoch dadurch, weil bei Schwerlast sehr viel Verlustleistung in den Schaltelementen der Sicherung aufgebaut wird.

Daher wurde im Stand der Technik etwa vorgeschlagen, nur solche Lasten vorzusehen, welche nur geringe Anlaufüberströme ziehen und daher unterhalb der Impuls-Verlustleistung der strombegrenzenden Schalter, die während der Anlaufphase im Linearbetrieb arbeiten, bleiben. Durch die meist pulsformigen Linearbetriebsphasen (5 bis 200 ms) kann die Verlustleistung nicht schnell genug aus dem Transistor abgeführt werden, sodass ausschließlich seine thermische Kapazität die Verlustleistung aufnehmen muss. Ein verwendeter Silizium-Chip mit etwa 100 µm Dicke und einer Fläche von wenigen Quadratmillimeter kann daher nur in sehr begrenztem Ausmaß Energie aufnehmen.

Daher wurde im Stand der Technik auch vorgeschlagen, Verlustleistung auf einen zusätzlichen Widerstand zu verlagern, welcher über einen getrennten Transistor angesteuert wird, und somit eine wesentlich größere Masse zur Energieaufnahme zur Verfügung steht. Wegen der Vorgabe, beliebige Sicherungseinstellungswerte zu realisieren (einstellbare Sicherung), kann im Fall der höchsten auftretenden Verlustleistung nur 75% der Energie durch den Widerstand übernommen werden. Die Transistoren müssen somit mit ihrer thermischen Kapazität die restlichen 25% abdecken können. Eine solche Schaltungsanordnung ist etwa aus der WO 02/082611 bekannt.

Auch durch eine Anzahl von Leistungswiderständen und je einem elektronischen Schalter in Reihe kann bei entsprechender Abstufung mittels Auswahl der richtigen Kombination von ein- und ausgeschalteten Transistoren ein Gesamtwiderstand zwischen Last und speisender Quelle erreicht werden, sodass der Laststrom vorgebbare Grenzen nicht übersteigt.

Prinzipiell sind alle bisher existierenden elektronischen Sicherungen damit konfrontiert, dass sie in unbekannter Entfernung von der speisenden Stromversorgung montiert sind. Das bedeutet, dass das Design der Sicherung darauf Rücksicht nehmen muss, und beim Zuschalten von Lasten den Strom in die Last steigert. Der aktive Zweig muss in der positiven Leitung (z.B. +24V) liegen, und die 0V-Verbindung der Last muss über räumlich völlig getrennte Wege angenommen werden, wie z.B. bei Verbrauchern im Auto, die über die Karosserie mit Masse verbunden sind, wo ebenfalls nur die +12V-Leitung geschaltet ist. Da die 0V-Verbindung der Last nie bzw. fast nie zum Punkt der Sicherung geführt ist, sind taktende Schaltungen nicht möglich. Es würde über die 0V-Verbindung der Gesamtanlage ein pulsierender Strom fließen, der zu Masseanhebungen und Störungen von Baugruppen und Lasten führt.

Ein weiteres Problem stellt sich beim Einschalten von Schwerlasten, wie etwa das Aufladen von Lastkapazitäten (z.B. Eingangsteil von DC/DC-Wandler), oder langsam anlaufenden Motoren. Die Problematik ergibt sich daraus, dass in Industriesteuerungen eine Vielzahl von Lasten auf der 24V-Steuerspannung zum Einsatz kommen (etwa Magnetventile, Prozessorbaugruppen mit eigenen DC/DC-Wandlern, Kondensatoren, die im ungeladenen Zustand zugeschaltet werden, Gleichstrommotoren, die hoch laufen, Glühlampen, deren Glühfaden sich erst erhitzen muss, usw.). Viele dieser Lasten haben die Eigenschaft, beim Zuschalten kurzzeitig einen höheren Strom als den Nennstrom aufzunehmen. Durch den Einsatz von getakteten Stromversorgungen kommt der negative Aspekt dieser Netzteile ebenfalls zum Vorschein. Die Baugruppen sind kaum in der Lage, kurzzeitig nennenswerte Überströme in den Ausgang zu liefern. Es kommt beim Überschreiten der Nennströme der Stromversorgungen fast unverzüglich zum Einsetzen

der Strombegrenzung, und als Folge zu einem Absinken der Ausgangsspannung. Dadurch "stürzt" meist das gesamte Steuersystem ab. Will man nun getaktete Stromversorgungen weiterhin einsetzen, so ergibt sich lediglich die Möglichkeit, den Strom in die einzelnen Lasten auf einen Wert zu begrenzen, der nur geringfügig über dem Stromverbrauch liegt, der in der Anlagenplanung für diesen Verbraucher eingeplant wurde. Dabei wird in der Regel die Leistungsfähigkeit der getakteten Stromversorgungen bei der Anlagenplanung anhand der Summe der einzelnen zu erwartenden Verbraucher (Lasten) und deren gleichzeitigem Auftreten ermittelt und danach die Netzteiltype ausgewählt. Durch den Umstand der Begrenzung des maximalen Stromes in eine Last, welcher gegebenenfalls nur geringfügig über dem Nennstrom, und somit innerhalb des projektierten Gesamtenergieverbrauches der Anlage liegt, kommt es zu einem langsameren Hochlaufen dieser Lasten. So wird etwa ein Motor langsamer beschleunigen, ein Kondensator langsamer geladen, eine Glühlampe sanfter aufleuchten, usw.). Diese Verzögerungen sind in den meisten Fällen nicht funktionskritisch, müssen aber vom Anlagenplaner berücksichtigt werden. Als wesentlicher Vorteil bietet sich nun, dass die Versorgung mit Steuerungsspannung (z.B. 24V) nicht mehr einbricht, wenn ein Verbraucher zugeschaltet wird, und die Anlage nicht abstürzt.

Dieser Sanftanlauf erfordert, dass die Differenzenergie zwischen der speisenden Quelle und dem von der Last aufgenommenen Produkt aus Strom und Lastspannung am Schaltelement abfallen muss. Beim Aufladen eines Kondensators etwa kommt es im ersten Moment dazu, dass dieser einen Kurzschluss darstellt und das Produkt aus Spannung und eingestelltem Strom zur Gänze am Schaltelement abfallen muss. Es kann dies ein Widerstand, oder besser ein veränderlicher Widerstand sein, oder ein Halbleiter, der wie ein veränderlicher Widerstand arbeitet. Bei entsprechend großen Kondensatoren kann die im Schaltelement (bzw. Widerstand) in Wärme umzusetzende Energie sehr groß werden, und übersteigt sehr bald die Möglichkeiten eines Transistors.

Es ist somit Ziel der Erfindung, eine Sicherungsschaltung für eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung zu verwirklichen, die diese Nachteile vermeidet, und insbesondere eine kostengünstige Möglichkeit der Ausführung einer elektronischen Sicherung im Gleichspannungs-Ausgangskreis einer geregelten Stromversorgung darstellt.

Diese Ziele werden durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf eine Sicherungsschaltung für eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung, bei der erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, dass sie am Ausgang der Stromversorgung angeordnet ist, und zwischen der positiven Stromversorgungsklemme und der positiven Ausgangsklemme zur Gleichspannungsanlage ein Schaltelement, sowie eine zwischen dem Schaltelement und der positiven Ausgangsklemme geschaltene Drossel vorgesehen ist, wobei die Drossel an ihrer mit der positiven Ausgangsklemme verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator, und die mit dem Schaltelement verbundene Seite der Drossel an die Kathodenseite einer parallel zum Ausgangskondensator geschalteten Diode geschaltet ist, sowie eine Steuerung für das Schaltelement vorgesehen ist, die das Schaltelement in Abhängigkeit vom in der Sicherungsschaltung gemessenen Strom schaltet.

Eine solche Schaltungsanordnung ist auch als Tiefsetzsteller bekannt. Durch den Einsatz einer erfindungsgemäßen Anordnung der vorgeschlagenen Sicherungsschaltung direkt am Ausgang der speisenden Quelle (z.B. eine 24V-Stromversorgung) kann mit sehr viel weniger Summenbauteilaufwand insbesondere das Problem des Einschaltens von Schwerlasten, wie etwa das Aufladen von Lastkapazitäten (Eingangsteil von DC/DC-Wandler), oder langsam anlaufenden Motoren gelöst werden. Durch den Einsatz einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist das Umwandeln der gesamten Differenzenergie zwischen speisender Quelle und Last *nicht* nötig. Es ist allerdings notwendig, die erfindungsgemäße Sicherungsschaltung entweder in die Stromversorgung zu integrieren oder zur Stromversorgung zumindest so nahe zu montieren, dass die gleichen elektrischen Bedingungen gegeben sind.

Bei der erfindungsgemäßen Schaltung liegt der Vorteil darin, dass durch die Integration eines oder mehrerer Tiefsetzsteller direkt am Ausgang einer speisenden Stromversorgung Störungen in der zu versorgenden Anlage verhindert werden. Jeder taktende Tiefsetzsteller benötigt dabei eine stabile Versorgungsspannung, vorzugsweise mittels eines Kondensators gestützt, um die betriebsbedingt notwendigen Pulsströme entnehmen zu können. Dabei unterbricht der Schalttransistor immer wieder die Stromzufuhr von der speisenden Quelle, um der aufmagnetisierten Drossel die Gelegenheit zu geben, ihren Strom wieder zu reduzieren. Dabei pendelt die Drossel mit ihrem Strom um den Wert des Ausgangsstroms. Der Spitze-Spitze-Wert des sich verändernden Stromes nennt man Rippel, der Mittelwert des Drosselstromes ist letztlich der Ausgangsgleichstrom.

Durch die mit der Drossel verbundene Diode wird ein automatischer Schutz vor negativen Spannungen beim Abschalten von großen induktiven Verbrauchern oder beim Abschalten der speisenden Stromversorgung erreicht.

Gemäß Anspruch 2 kann die Sicherungsschaltung in das Gehäuse der Stromversorgung integriert sein, wobei in diesem Fall der Eingangskondensator der Sicherungsschaltung auch den Ausgangskondensator der Stromversorgung darstellen kann. Dadurch kann ein Bauteil eingespart werden.

Alternativ kann aber auch gemäß Anspruch 3 die Sicherungsschaltung als eigene Baugruppe zum direkten Anschluss an die Stromversorgung ausgeführt sein. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann auf diese Weise auch als Stromverteiler fungieren.

Gemäß Anspruch 4 ist vorgesehen, dass die Sicherungsschaltung als eigene Baugruppe für einen von der Stromversorgung entfernten Anschluss an die Stromversorgung ausgeführt ist, wobei eine eigene 0 V-Leitung als Rückführung zur Stromversorgung vorgesehen ist, und nahe der Sicherungsschaltung Filter zur Glättung von Pulsströmen vorgesehen sind. Geeignete Filter zur Glättung von Pulsströmen sind im Stand der Technik bekannt.

Anspruch 5 sieht vor, dass das Schaltelement über einen Mikroprozessor angesteuert ist. Hierbei kann auch, wie noch näher ausgeführt werden wird, in regelmäßigen Abständen vom Leit-rechner ein Signal geschickt werden, welches den einzelnen Ausgängen den jeweils gültigen Strombegrenzungswert meldet. Dadurch kann bei Austausch der Stromversorgung, etwa im Fall eines Defekts, nur durch Eingabe der Geräteadresse eine automatische Justierung erfolgen.

Alternativ zur Verwendung einer Drossel sieht Anspruch 6 die Verwendung eines bloßen Widerstands vor. Wiederum wird die Sicherungsschaltung am Ausgang der Stromversorgung angeordnet, wobei der Widerstand zwischen der positiven Stromversorgungsklemme und der positiven Ausgangsklemme zur Gleichspannungsanlage in Serie zum Schaltelement geschaltet ist. Der Widerstand ist des Weiteren an seiner mit der positiven Ausgangsklemme verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator geschaltet. Ferner ist wiederum eine Steuerung für das Schaltelement vorgesehen, die das Schaltelement in Abhängigkeit vom in der Sicherungsschaltung gemessenen Strom schaltet. Diese Ausführungsform eignet sich zwar ebenfalls als Sicherungsschaltung im Rahmen der Erfindung, stellt aber nicht die bevorzugte Variante dar.

Anspruch 7 bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung mit einer Gleichspannungsanlage speisenden Stromversorgung und zumindest zwei erfindungsgemäßen Sicherungsschaltungen mit zumindest zwei positiven Ausgangsklemmen als Ausgangskanäle.

Somit können auch mehrere Ausgänge, die im Folgenden auch als Ausgangskanäle bezeichnet werden, in ein Gehäuse integriert werden, die somit von der gleichen Stromquelle gespeist werden. Hierbei ist es vorteilhaft, etwa beim Einschalten der Ausgangskanäle eine Synchronisierung vorzusehen, um die im Eingangskondensator der Sicherungsschaltung auftretende Belastung, welche der Belastung des Ausgangskondensator der Stromversorgung entspricht,

zu reduzieren. Damit wird auch der allgemeine Rippel am Ausgang der speisenden Stromversorgung reduziert.

Dabei ist es günstig, wenn Eingänge zur Aktivierung und Deaktivierung der Ausgangskanäle vorgesehen sind. Das ermöglicht eine Nutzung als elektronische Relais.

Für den Fall mehrerer Ausgangskanäle kann gemäß Anspruch 8 auch vorgesehen sein, dass ein einzelner Mikroprozessor zur Ansteuerung der Schaltelemente der zumindest zwei Sicherungsschaltungen vorgesehen ist.

Anspruch 9 sieht vor, dass eine analoge Schaltung zur Ansteuerung der Schaltelemente der zumindest zwei Sicherungsschaltungen vorgesehen ist. Die Verwendung einer analogen Schaltung zur Ansteuerung der Schaltelemente ist auch bei Vorsehung nur eines Kanals möglich.

Des Weiteren ist es günstig, wenn eine Integration von Leistungshalbleitern und der Ansteuerung eines Kreises in einen Leistungs-ASIC vorgesehen ist.

Dabei kann auch eine Hybridschaltung vorgesehen sein, welche Leistungshalbleiter und Tiefsetzerspule umfasst und vorzugsweise als Modul gefertigt und verbaut werden kann.

Anspruch 10 bezieht sich auf ein Verfahren zur Ansteuerung einer Sicherungsschaltung, wobei ein Stromnennwert vorgegeben wird, und erst nach einer vorgegebenen Dauer einer Überschreitung des Stromnennwertes in der Sicherungsschaltung das Schaltelement betätigt wird. Ein Stromwert, der den Stromnennwert überschreitet, wird als Überstrom bezeichnet. Die Dauer bis zur Betätigung des Schaltelementes und somit zum Auslösen der Sicherungsschaltung hängt davon ab, wie weit der vorgegebene Stromnennwert überschritten wird. Diese Zeitdauer kann auch davon abhängig gemacht werden, wie groß der Überstrom im Verhältnis zum Stromnennwert ist und etwa umso länger sein, je geringer der Überstrom im Verhältnis zum Stromnennwert ist.

Die Betätigung des Schaltelementes zum Auslösen der Sicherungsschaltung kann auch von der thermischen Situation der Leistungshalbleiter und anderer Bauteile im Strompfad abhängig gemacht werden. Dabei können entweder durch Messung der Temperatur oder durch Messung von nur der Umgebungstemperatur und der Stromverlaufshistorie Zeitwerte errechnet werden.

Gemäß Anspruch 11 ist vorgesehen, dass zusätzlich ein den Stromnennwert überschreitender Strombegrenzungswert vorgegeben wird, und nach einer vorgegebenen Dauer einer Überschreitung des Strombegrenzungswertes in der Sicherungsschaltung die ihr zugeordnete Ausgangsklemme deaktiviert wird. Die Dauer des begrenzten Stromwertes kann wiederum vom vorgegebenen Stromnennwert abhängig gemacht werden, und etwa umso länger sein, je geringer der Stromnennwert ist. Wiederum kann die Betätigung des Schaltelementes zum Auslösen der Sicherungsschaltung auch von der thermischen Situation der Leistungshalbleiter und anderer Bauteile im Strompfad abhängig gemacht werden.

Anspruch 12 sieht vor, dass bei Unterschreiten der Eingangsspannung einer Sicherungsschaltung die ihr zugeordnete Ausgangsklemme deaktiviert wird. Somit wird bei Unterschreiten der Eingangsspannung einer Sicherungsschaltung, die der Ausgangsspannung der speisenden Stromversorgung entspricht, der entsprechende, überlastete Ausgang abgeschaltet, also jener Ausgang, dessen Last die Stromversorgung durch Überstrom derart überlastet, dass diese in Strombegrenzung geht und damit ihre Ausgangsspannung absenkt. Die Stromversorgung geht somit wieder in Normalbetrieb, und versorgt etwa bei Realisierung mehrerer Ausgänge wieder mit der Nennspannung. Für lineare Regler ist ein solches System bereits in der EP 1 236 257 beschrieben.

Schließlich bezieht sich die Erfindung auf die Verwendung eines Tiefsetzstellers als strombe-

grenzende Sicherungsschaltung am Ausgang einer eine Gleichspannungsanlage speisenden Stromversorgung.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mithilfe der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen hierbei die

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sicherungsschaltung in jener Betriebsphase, in der das Schaltelement geschlossen ist,

Fig. 3 die Sicherungsschaltung gemäß Fig. 1 in jener Betriebsphase, in der das Schaltelement geöffnet ist, und

Fig. 4 einen typischen Anlagenaufbau bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Sicherungsschaltung.

In der Fig. 1 ist eine Schaltungsanordnung gemäß dem Stand der Technik mit analoger Strombegrenzung dargestellt. Auf der linken Seite der Fig. 1 sind die Stromversorgungsklemmen 3, 4 zu sehen, und auf der rechten Seite die Ausgangsklemmen 1, 2. Die Ausgangsklemmen 1, 2 sind mit der lastseitigen Gleichspannungsanlage verbunden. Als Strombegrenzung ist ein Schaltelement S1 vorgesehen, das aber nicht taktend betrieben wird. Bei Strombegrenzung muss das Schaltelement S1 in einen halbdurchgeschalteten Zustand übergehen, damit die Differenz zwischen Eingangsspannung (+24,1V / 0V) und Lastspannung (+24V / 0V) aufgenommen wird. Dadurch entsteht eine große Verlustleistung am Schaltelement S1. Die zeitliche Begrenzung muss sich daher an der thermischen Kapazität des Schaltelements S1 orientieren.

Die Fig. 2 zeigt hingegen eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sicherungsschaltung in jener Betriebsphase, in der das Schaltelement geschlossen ist. Die Fig. 3 zeigt die Sicherungsschaltung in jener Betriebsphase, in der das Schaltelement geöffnet ist. Die erfindungsgemäße Sicherungsschaltung für eine eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung ist am Ausgang der Stromversorgung angeordnet. Zwischen der positiven Stromversorgungsklemme 3 und der positiven Ausgangsklemme 1 zur Gleichspannungsanlage ist ein Schaltelement S1 sowie eine zwischen dem Schaltelement S1 und der positiven Ausgangsklemme 1 geschaltene Drossel L1 vorgesehen, wobei die Drossel L1 an ihrer mit der positiven Ausgangsklemme 1 verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator C2 geschaltet ist. Die mit dem Schaltelement S1 verbundene Seite der Drossel L1 ist an die Kathodenseite einer Diode D1 geschaltet.

Beim Aktivieren der positiven Ausgangsklemme 1 wird das Schaltelement S1 vom ausgeschalteten Zustand in einem Taktzustand versetzt. Durch das langsame Vergrößern des Tastverhältnisses bis in den dauernd eingeschalteten Zustand kann der Strom in den Ausgang bestimmt werden. Dieser Strom wird etwa im Widerstand R1, der als Shunt betrieben wird, gemessen, wodurch in Abhängigkeit vom gemessenen Strom das Tastverhältnis von S1 mithilfe einer Steuerung (in den Fig. 1-4 nicht dargestellt) beeinflusst wird. Die Diode D1 ist lediglich für den Kurzzeitbetrieb ausgelegt, und muss daher im Normalfall nicht gekühlt werden. Das Schaltelement S1 wird ein Halbleiterschalter sein, vorzugsweise ein MOSFET. Bei Verwendung von MOSFETs kann, abhängig von der verwendeten Type, ebenfalls der Kühlkörper entfallen.

Das Schaltelement S1 ist nur für eine kurze Zeit beim Einschalten im Taktbetrieb, wodurch auch nur in dieser Phase Schaltverluste anfallen. Da mittlerweile bereits sehr niederohmige Transistoren erhältlich sind, ist bei Umgebungstemperaturen von 60°C und Ausgangsströmen von 10A kein Kühlkörper mehr nötig. Die Drossel L1 ist ständig von Strom durchflossen, muss diesen daher auf Dauer thermisch führen können. Sie muss aber wegen der kurzen Hochlaufphase von typisch 50 bis 500 ms die Zusatzverluste durch den Betrieb mit hohen Frequenzen nicht auf Dauer abführen können. Die Drossel L1 kann bei entsprechend hoher Frequenz als Luftdrossel ausgeführt werden, wobei es sich lediglich um einen Wickel ohne Kern handelt. Ein derartiges Bauteil ist üblicherweise aus Cu-Lackdraht hergestellt. Aufgrund des Kurzzeitbetriebs kann

alternativ auch eine Ferritdrossel mit einem hochpermeablen Kern ausgerüstet werden, auch wenn dieser hohe Ummagnetisierungsverluste aufweist. Entstördrosseln in Stabkern- oder Pilzkern-Form sind derartige Bauteile. Diese weisen keinen geschlossenen Kern auf, da es dadurch zu einer einfacheren und günstigeren Herstellung kommt. Dadurch können kleinere

5 BaufORMen und geringere Dauer-Leitverluste erreicht werden, da durch Einsatz eines Ferritkerns die Anzahl der Draht-Windungen deutlich geringer wird. Der übliche Kondensator zur Stützung der Versorgungsspannung am Eingang entfällt, da diese Funktion durch den Ausgangskondensator der Stromversorgung, der dem Eingangskondensator C1 der Sicherungsschaltung entspricht, übernommen wird.

10 Die Strommessung kann durch einen Widerstand R1 in der Zuleitung der elektronischen Sicherung erfolgen. Alternativ kann der Widerstand R1 auch direkt in die Ausgangsleitung der Sicherungsschaltung geschaltet werden. Dies hat den Nachteil, dass im Tiefsetzerteil unkontrollierbare Ströme im Einschaltmoment fließen, da erst der Ausgangskondensator C2 geladen werden

15 muss, ehe Strom in die Last fließen kann. Anstatt eines Shunt-Widerstandes kann die Strommessung auch über einen kompensierten Gleichstromwandler, wie etwa ein Hallwandler, erfolgen.

20 Wird versucht, den Widerstand R1 völlig wegzulassen, kann auch der Spannungsabfall am Schaltelement S1 gemessen werden. Wenn es sich um einen MOSFET handelt, ist ein nahezu linearer Zusammenhang des Stromes mit dem messbaren Spannungsabfall gegeben. Massiven Einfluß auf diesen Zusammenhang hat jedoch die Temperatur des Transistors. Bei bekannter Transistortemperatur kann mittels Kompensationsschaltung (analog oder digital) der tatsächliche Strom errechnet werden. Die Auswertung des Stromes wird jedoch bei hoher Taktfrequenz

25 des Schaltelements S1 schwierig, da die geringen Messwerte (während der Einschaltzeit des Schaltelements S1) mit hoher Frequenz gegen die volle Versorgungsspannung (während der Ausschaltzeit des Schaltelements S1) wechseln. Eine weitere Alternative zur Strommessung stellt die Drossel L1 dar und zwar mithilfe eines RC-Glieds parallel zur Drossel L1, welches eine Zeitkonstante aufweist, die deutlich größer ist als die Periodendauer der Taktfrequenz im Strombegrenzungsfall bzw. Anlauf. Dadurch kann der ohmsche Spannungsabfall der Drossel L1

30 herausgemessen und einer Regelung als Istwert zugeführt werden. Hier ist ebenfalls eine Abhängigkeit des Widerstandes der Drossel L1 von der Temperatur gegeben. Ist die Temperatur der Drossel L1 bekannt, so kann wie beim Messen des Spannungsabfalls des Transistors eine Kompensation vorgenommen werden. Darüber hinaus kann der Strom in so genannten Sense-Fets gemessen werden, das sind MOSFETs, die einen eigenen Stromsensorausgang aufweisen, welcher ausgewertet werden kann.

Im Folgenden wird auf die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung eingegangen. Zunächst wird der Strom im Widerstand R1 gemessen, und bei Überschreiten des

40 Stromnennwertes das Schaltelement S1 geöffnet. Während der Ausschaltphase des Schaltelements S1 hat die Drossel L1 die Gelegenheit, den Strom abzubauen, da sie Energie in die Last liefert. Da der Stromfluss durch das Schaltelement S1 unterbrochen ist, fließt auch kein Strom durch den Eingangskondensator C1 und den Widerstand R1. Der Eingangskondensator C1 muss daher im Stande sein, die Strompulse zu liefern. Dies ist jedoch nur im Moment der

45 Strombegrenzung des Ausgangs nötig, etwa beim Einschalten und somit Aufladen des Ausgangskondensators C2 und den eventuellen Lastkondensatoren am Ausgang, sowie beim Betrieb in Strombegrenzung. Die Strombegrenzung ist zeitlich begrenzt und dient der Vermeidung von Rückwirkungen aufgrund des Zuschaltens von Baugruppen bei laufender Anlage (sogenanntes "hot-plugging"), bzw. der Fernhaltung von Oberströmen, und somit Spannungseinbrüchen auf der Versorgungsschiene (24,1V / 0V).

50

Beim Beginn der nächsten Periode wird das Schaltelement S1 wieder eingeschaltet. Es kann nun beim Einschalten eine Stromrampe vorgegeben werden, welche die Strombegrenzung nachfahren soll. Einfacher und bei unbekannten Lasten in der Applikation sicherer ist das

55 Vorgeben einer Spannungsrampe, welche unter Einhaltung der maximalen Stromgrenze hochge-

fahren wird. Bei schlagartig auftretenden Belastungen, wie etwa einschaltende DC/DC-Wandler, wird es kaum zu einem Wiedereinbrechen der Ausgangsspannung kommen, was bei einer Stromrampe sehr wohl der Fall sein kann. Alternativ zu beiden Verfahren kann ausschließlich mit einer Strombegrenzung gesteuert werden, sodass die Schaltung die Spannung am Ausgang nicht berücksichtigen muss. Es wird ab dem Aktivieren des Ausgangs das Schaltelement S1 eingeschaltet, bis der Strom im Stromsensor einen Maximalwert überschritten hat. Danach wird abgeschaltet, und bei der nächsten Periode wieder eingeschaltet.

Die Fig. 4 zeigt schließlich einen typischen Anlagenaufbau bei der Verwendung elektronischer Sicherungsschaltungen gemäß der Erfindung, wobei die Pfeile den Stromverlauf bei konstanter Last illustrieren. Die 0V-Versorgung für die elektronische Sicherungsschaltung dient dabei nur der Versorgung der internen Elektronik. Die Lasten werden über getrennt geführte Leitungen mit 0V verbunden. Diese Verbindung ist meist *nicht* am gleichen Punkt wie die elektronische Sicherung. Eine Strombegrenzung muss daher linear arbeiten, da sonst die Pulsströme eines taktenden Systems zu unkontrollierten Stromflüssen in der Anlage führen, und dies Masseanhebungen hervorruft. Diese Masseanhebungen sind vor allem durch die Induktivitäten der Kabel und Leitungen begründet, da es sich meist um große Schleifen handelt, und somit um große Induktivitäten.

Es wird angemerkt, dass sich die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung auch zur Detektierung eines Drahtbruchs durch Aufladung des Ausgangskondensators C2 über einen hochohmigen Widerstand aus einer höheren Spannung (z.B. 26V) eignet. Steigt der Ausgang auf einen vom Hersteller festgelegten Wert von z.B. 2V *über* den Wert der speisenden Quelle, liegt wohl überhaupt keine Last an, wodurch auf einen Drahtbruch geschlossen werden kann. Des Weiteren ist denkbar, ein analoges Signal als Abbild des Stromes an hochohmig "abgesicherten" Ausgängen zur Verfügung zu stellen, sodass die Bedienperson mittels Voltmeter eindeutig den aktuellen Strom messen kann. Hierzu können etwa Löcher in der LP und Kontaktierungen auf verzinnten Flächen auf der Leiterplatte vorgesehen sein.

Mithilfe der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird somit eine Sicherungsschaltung für eine eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung verwirklicht, die insbesondere eine kostengünstige Möglichkeit der Ausführung einer elektronischen Sicherung im Gleichspannungs-Ausgangskreis einer geregelten Stromversorgung darstellt.

Patentansprüche:

1. Sicherungsschaltung für eine eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung, *dadurch gekennzeichnet*, dass sie am Ausgang der Stromversorgung angeordnet ist, und zwischen der positiven Stromversorgungsklemme (3) und der positiven Ausgangsklemme (1) zur Gleichspannungsanlage ein Schaltelement (S1), sowie eine zwischen dem Schaltelement (S1) und der positiven Ausgangsklemme (1) geschaltene Drossel (L1) vorgesehen ist, wobei die Drossel (L1) an ihrer mit der positiven Ausgangsklemme (1) verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator (C2), und die mit dem Schaltelement (S1) verbundene Seite der Drossel (L1) an die Kathodenseite einer parallel zum Ausgangskondensator (C2) geschalteten Diode (D1) geschaltet ist, sowie eine Steuerung für das Schaltelement (S1) vorgesehen ist, die das Schaltelement (S1) in Abhängigkeit vom in der Sicherungsschaltung gemessenen Strom schaltet.
2. Sicherungsschaltung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sicherungsschaltung in das Gehäuse der Stromversorgung integriert ist, und der Stromversorgungsausgangskondensator (C2) auch den Eingangskondensator der Sicherungsschaltung darstellt.
3. Sicherungsschaltung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sicherungs-

schaltung als eigene Baugruppe zum direkten Anschluss an die Stromversorgung ausgeführt ist.

- 5 4. Sicherungsschaltung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Sicherungsschaltung als eigene Baugruppe für einen von der Stromversorgung entfernten Anschluss an die Stromversorgung ausgeführt ist, wobei eine eigene 0 V-Leitung als Rückführung zur Stromversorgung vorgesehen ist, und nahe der Sicherungsschaltung Filter zur Glättung von Pulsströmen vorgesehen sind.
- 10 5. Sicherungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Mikroprozessor zur Ansteuerung des Schaltelementes (S1) vorgesehen ist.
- 15 6. Sicherungsschaltung für eine eine Gleichspannungsanlage speisende Stromversorgung, *dadurch gekennzeichnet*, dass sie am Ausgang der Stromversorgung angeordnet ist, und zwischen der positiven Stromversorgungsklemme (3) und der positiven Ausgangsklemme (1) zur Gleichspannungsanlage ein Schaltelement (S1) sowie ein zwischen dem Schaltelement (S1) und der positiven Ausgangsklemme (1) geschalteter Lastwiderstand vorgesehen ist, wobei der Lastwiderstand an seiner mit der positiven Ausgangsklemme (1) verbundenen Seite an einen Ausgangskondensator (C2) geschaltet ist, sowie eine Steuerung für das Schaltelement (S1) vorgesehen ist, die das Schaltelement (S1) in Abhängigkeit vom in der Sicherungsschaltung gemessenen Strom schaltet.
- 20 7. Schaltungsanordnung mit einer eine Gleichspannungsanlage speisenden Stromversorgung, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest zwei Sicherungsschaltungen nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit zumindest zwei positiven Ausgangsklemmen (1) als Ausgangskanäle vorgesehen sind und dass diese Sicherungsschaltungen direkt am Ausgang der Stromversorgung angeschaltet sind.
- 25 8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein einzelner Mikroprozessor zur Ansteuerung der Schaltelemente (S1) der zumindest zwei Sicherungsschaltungen vorgesehen ist.
- 30 9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine analoge Schaltung zur Ansteuerung der Schaltelemente (S1) der zumindest zwei Sicherungsschaltungen vorgesehen ist.
- 35 10. Verfahren zur Ansteuerung einer Sicherungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Stromnennwert vorgegeben wird, und erst nach einer vorgegebenen Dauer einer Überschreitung des Stromnennwertes in der Sicherungsschaltung das Schaltelement (S1) betätigt wird.
- 40 11. Verfahren nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass zusätzlich ein den Stromnennwert überschreitender Strombegrenzungswert vorgegeben wird, und nach einer vorgegebenen Dauer einer Überschreitung des Strombegrenzungswertes in der Sicherungsschaltung die ihr zugeordnete Ausgangsklemme (1) deaktiviert wird.
- 45 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei Unterschreiten der Eingangsspannung einer Sicherungsschaltung die ihr zugeordnete Ausgangsklemme (1) deaktiviert wird.

50

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

55



FIG 1

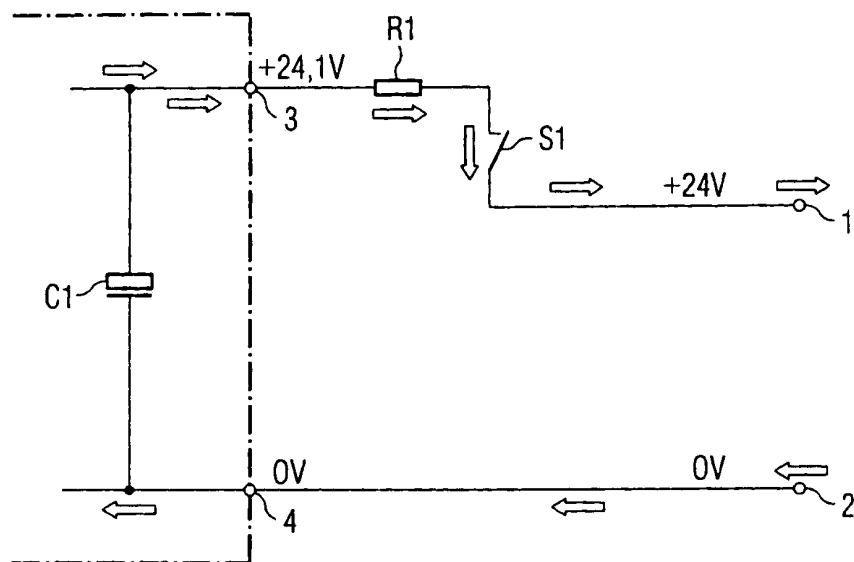




FIG 2

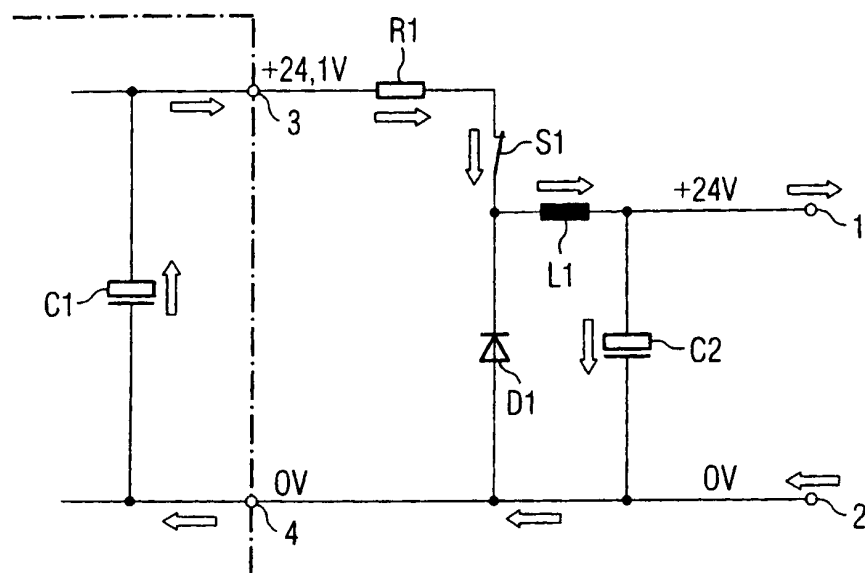


FIG 3

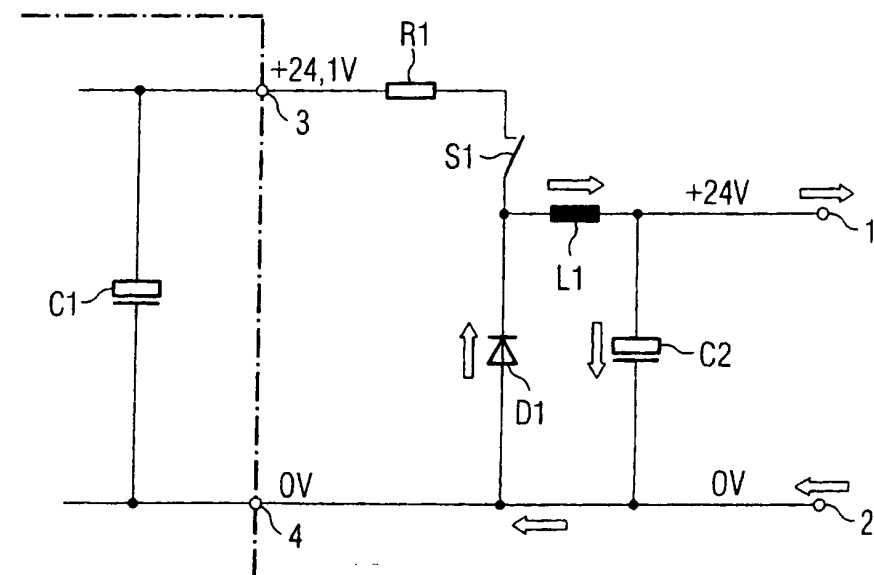




FIG 4

