

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50161/2024

(22)

Anmeldetag:

27.02.2024

(43)

Veröffentlicht am:

15.09.2024

(51)

Int. Cl.:

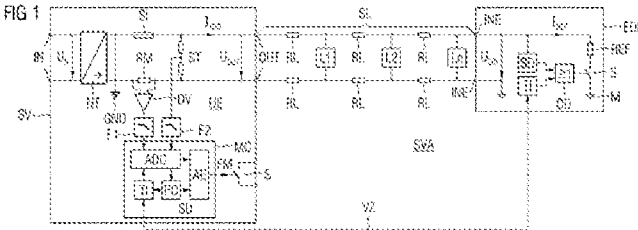
G08B 29/06 (2006.01)

(30) Priorität: 28.02.2023 DE 102023201838.1 beansprucht.	(71) Patentanmelder: Siemens Schweiz AG 8047 Zürich (CH) (74) Vertreter: Kliment & Henhapel Patentanwälte OG 1010 Wien (AT)
---	---

- (54)

Überwachte Stromversorgungseinheit, insbesondere zur Speisung von Komponenten eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems
- (57)

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinheit (SV) mit einem Stromversorgungsanschluss (OUT) zum Anschliessen von Stromversorgungsleitungen (SL) und mit einer Überwachungseinrichtung (UE) für den Betriebszustand der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen, wobei letztere an einem entfernten Leitungsende an einer Abschlusseinheit (EOL) anschliessbar sind. Die Überwachungseinrichtung weist eine Messeinrichtung (ST; RM, DV, ADC) zur Erfassung eines aktuellen Stromwerts eines Ausgangsstroms (IOUT) sowie eines aktuellen Spannungswerts einer Ausgangsspannung (UOUT) auf. Sie umfasst weiter einen Pulsdetektor (PD) zur Detektion eines zyklischen Stromerhöhungspulses (P) im Ausgangsstrom, eine Zeitsynchronisiereinrichtung (AE, TI) zur zeitlichen Anpassung des Start- und Endzeitpunktes eines Messfensters (MF) und eine damit verbundene Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet, einen mittleren minimalen (I_{MIN}) sowie mittleren maximalen Ausgangsstromwert (I_{MAX}) aus erfassten Ausgangsstromwerten ausserhalb bzw. innerhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln und eine Fehlermeldung (FM) für einen schleichenden Unterbruch auszugeben, falls ein Differenzstromwert (ΔI) aus dem mittleren maximalen und mittleren minimalen Ausgangsstromwert einen Vergleichsstromwert (SU) unterschreitet.



Zusammenfassung

Überwachte Stromversorgungseinheit, insbesondere zur Speisung von Komponenten eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems

5

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinheit (SV) mit einem Stromversorgungsanschluss (OUT) zum Anschliessen von Stromversorgungsleitungen (SL) und mit einer Überwachungseinrichtung (UE) für den Betriebszustand der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen, wobei letztere an einem entfernten Leitungsende an einer Abschlusseinheit (EOL) anschliessbar sind. Die Überwachungseinrichtung weist eine Messeinrichtung (ST; RM, DV, ADC) zur Erfassung eines aktuellen Stromwerts eines Ausgangsstroms (I_{OUT}) sowie eines aktuellen Spannungswerts einer Ausgangsspannung (U_{OUT}) auf. Sie umfasst weiter einen Pulsdetektor (PD) zur Detektion eines zyklischen Stromerhöhungspulses (P) im Ausgangsstrom, eine Zeitsynchronisiereinrichtung (AE, TI) zur zeitlichen Anpassung des Start- und Endzeitpunktes eines Messfensters (MF) und eine damit verbundene Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet, einen mittleren minimalen (I_{MIN}) sowie mittleren maximalen Ausgangsstromwert (I_{MAX}) aus erfassten Ausgangsstromwerten ausserhalb bzw. innerhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln und eine Fehlermeldung (FM) für einen schleichenden Unterbruch auszugeben, falls ein Differenzstromwert (ΔI) aus dem mittleren maximalen und mittleren minimalen Ausgangsstromwert einen Vergleichsstromwert (SU) unterschreitet.

30 FIG 1

Beschreibung

Überwachte Stromversorgungseinheit, insbesondere zur Speisung von Komponenten eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinheit zur Bereitstellung eines Ausgangsstroms mit einer vorgebbaren Ausgangsspannung an einem Stromversorgungsanschluss. Der Stromversorgungsanschluss ist zum Anschliessen von Stromversorgungsleitungen und ggf. von Signalleitungen vorgesehen. Die Stromversorgungseinheit weist eine Überwachungseinrichtung zur Überwachung des Betriebszustands der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen auf. Letztere sind an einem entfernten Leitungsende, also an einem dem Stromversorgungsanschluss gegenüberliegenden Leitungsende, an einer Abschlusseinheit (EOL) anschliessbar und zum Anschliessen sowie zur Speisung von daran anschliessbaren Komponenten insbesondere eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems vorgesehen. Weiterhin umfasst die Überwachungseinrichtung eine Messeinrichtung zur Erfassung eines aktuellen Stromwerts des Ausgangsstroms sowie eines aktuellen Spannungswerts der Ausgangsspannung.

Die Komponenten des Brand- oder Gefahrenmeldesystems können z.B. Rauchmelder, Einbruchsmelder oder akustische und/oder optische Alarmierungsgeräte sein. Die Rauchmelder sind insbesondere Ansaugrauchmelder. Die Stromversorgungsleitungen können auch zur Signal- oder Datenübertragung mitbenutzt werden, insbesondere zwischen den an den Stromversorgungsleitungen angeschlossenen Komponenten. In diesem Fall können die Stromversorgungsleitungen auch als Stromversorgung-/Übertragungsleitungen bezeichnet werden. Die zu übertragenden Signale bzw. Daten können dann auf den Stromversorgungsleitungen aufmoduliert sein.

Die Stromversorgungsleitungen sind typischerweise ummantelt und bilden somit ein Kabel. Die betrachteten Stromversorgungseinheiten können auch mehrere Stromversorgungsanschlüsse aufweisen, an denen jeweils Stromversorgungsleitungen mit

ggf. Signalleitungen zur Versorgung von jeweils daran angeschlossenen Komponenten anschliessbar sind. Vorzugsweise sind nur zwei Stromversorgungsleitungen zwischen einem jeweiligen Stromversorgungsanschluss der Stromversorgungseinheit und
5 einem diesem gegenüberliegenden jeweiligen Anschluss einer Abschlusseinheit anschliessbar bzw. zum Anschluss vorgesehen.

Die einzelnen Stromversorgungsleitungen weisen zwischen dem jeweiligen Stromversorgungsanschluss und dem jeweiligen Anschluss an der Abschlusseinheit einen als Serienwiderstand
10 wirkenden (ohmschen) Leitungswiderstand. Dieser beträgt typischerweise weniger als $1\ \Omega$, typischerweise weniger als $0.1\ \Omega$. Der als Parallelwiderstand zwischen den einzelnen Stromversorgungsleitungen wirkende (ohmsche) Isolationswiderstand liegt aufgrund der dazwischen vorhandenen Leiterisolation bei
15 mehr als $1\ \text{M}\Omega$, typischerweise bei mehr als $10\ \text{M}\Omega$.

Die vorgebbare oder fest eingestellte Ausgangsspannung liegt vorzugsweise in einem Bereich von 12 bis 30 V. Die Stromversorgungseinheit kann leistungstechnisch für eine Bereitstellung eines Dauerstroms im Bereich von 1 bis 5 A ausgelegt
20 sein. Die Ausgangsspannung ist vorzugsweise eine Gleichspannung, insbesondere mit vernachlässigbarem Oberwellenanteil. Sie kann alternativ auch eine Wechselspannung sein, wie z.B. mit einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz. In entsprechender Weise ist dann der Ausgangsstrom ein Wechselstrom. Die Mess-
25 einrichtung ist typischerweise auch für die bestimmungsgemässe Regelung und Überwachung der Ausgangsspannung und des Ausgangsstroms an der Stromversorgungseinheit erforderlich. Die Stromversorgungseinheit weist typischerweise ein Netzteil zum Anschluss der Stromversorgungseinheit an ein öffentliches
30 Stromversorgungsnetz, wie z.B. einem 230 V-/50 Hz- oder 120 V/60 Hz-Stromversorgungsnetz, auf. Die Stromversorgungseinheit kann zudem eine unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einer Pufferbatterie bzw. einem Pufferakkumulator umfassen.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Stromversorgungsanlage,
35 insbesondere zur elektrischen Speisung von Komponenten eines

Brand- oder Gefahrenmeldesystems. Die Stromversorgungsanlage umfasst eine erfindungsgemässe Stromversorgungseinheit, eine Abschlusseinheit sowie Stromversorgungsleitungen und ggf. Signalleitungen. Die Stromversorgungsleitungen können, wie
5 zuvor beschrieben, wieder zur Signal- oder Datenübertragung mitbenutzt werden. Die Stromversorgungsleitungen sind zwischen einem Stromversorgungsanschluss der Stromversorgungseinheit und einem Anschluss der Abschlusseinheit angeschlossen. Die Abschlusseinheit ist dazu eingerichtet, einen wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Prüfstrom zur Erzeugung
10 entsprechender Stromerhöhungspulse mittels einer ansteuerbaren Prüfstromquelle in die Versorgungsleitungen einzukoppeln.

Gemäss den VdS-Richtlinien für Brandmeldeanlagen VdS 2541 : 2022-05 (02) mit dem Titel „Energieversorgungseinrichtungen, Anforderungen und Prüfmethoden“ ist gefordert, dass Energieversorgungseinrichtungen mit daran angeschlossenen Stromversorgungsleitungen insbesondere von mehr als 10 m Leitungslänge auf ihre Funktion hin zu überwachen sind. Im Einzelnen ist
15 gefordert, dass die Stromversorgungsleitungen zur Sicherstellung der elektrischen Versorgung der angeschlossenen Komponenten auf Kurzschluss, Unterbruch (Leistungsbruch), auf einen schleichenden Kurzschluss sowie auf einen schleichenden Unterbruch hin zu überwachen sind. In einem Fehlerfall ist dies
20 z.B. an der Energieversorgungseinrichtung zu signalisieren.

25 Während es sich bei einem Kurzschluss oder Unterbruch zumeist um kurzzeitige und dann dauerhaft anstehende Leitungsfehler handelt, so entstehen schleichende Kurzschlüsse oder Unterbrüche erst im Laufe der Betriebszeit der Stromversorgungseinheit. Unter schleichenden Unterbruch ist somit eine langsam fortschreitende Vergrösserung des Leitungswiderstands von
30 einer, zweier oder mehr Adern der Stromversorgungsleitungen zu verstehen. Ursache für diese langsamen Veränderungen sind zumeist Umwelteinflüsse, vorwiegend Feuchtigkeit sowie Gase, die zur Oxidation von Kontaktstellen der Kupferdrähte oder
35 zur Verringerung der isolierenden Eigenschaften zwischen den Kupferleitungen (schleichender Kurzschluss) führen.

Davon ausgehend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Stromversorgungseinheit anzugeben, die besonders einfach zu überwachen ist.

- 5 Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Stromversorgungsanlage mit einer derartigen Stromversorgungseinheit, mit daran angeschlossenen Stromversorgungsleitungen und mit einer Abschlusseinheit an dem der Stromversorgungseinheit gegenüberliegenden Leitungsende der Stromversorgungsleitungen anzugeben.
- 10 Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung, die einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

- Erfindungsgemäss weist die Überwachungseinrichtung einen
- 15 Pulsdetektor zur Detektion eines wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Stromerhöhungspulses im Ausgangsstrom der Stromversorgungseinheit auf. Die Überwachungseinrichtung umfasst zudem eine (Zeit-)synchronisiereinrichtung zur fortlaufenden zeitlichen Anpassung des Start- und Endzeitpunktes eines
- 20 Messfensters für die Erfassung einer Stromerhöhung in aufeinanderfolgenden Stromerhöhungspulsen. Es ist eine mit der Messeinrichtung der Stromversorgungseinheit verbundene Steuereinheit dazu eingerichtet, einen mittleren minimalen Ausgangsstromwert aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich
- 25 ausserhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln, einen mittleren maximalen Ausgangsstromwert aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich innerhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln und eine (erste) Fehlermeldung für einen schleichenden Unterbruch auszugeben, falls ein Differenzstromwert
- 30 aus dem mittleren maximalen und dem mittleren minimalen Ausgangsstromwert einen Vergleichsstromwert unterschreitet.

Durch die Erfassung und Auswertung eines wiederholten, insbesondere zyklischen Differenzstromwerts mit dem Vergleichsstromwert ist vorteilhaft eine zuverlässige Erkennung eines

schleichenden Unterbruchs möglich, die von einer Vergrößerung des Leitungswiderstands mit der Zeit in zumindest einer der Stromversorgungsleitungen herrührt. Dabei nimmt mit der Zeit auch der Differenzstromwert, der dem Betrag des von der
5 Abschlusseinheit eingekoppelten Prüfstroms beträgt, ab, da durch den Spannungsabfall über den vergrößerten Leitungswiderstand nun eine geringere Eingangsspannung am Anschluss der Abschlusseinheit anliegt. Für den einfachsten Fall, dass der in die Stromversorgungsleitungen eingekoppelte Prüfstrom
10 durch ein wiederholtes, insbesondere zyklisches Anschalten eines Lastwiderstands parallel zum Anschluss der Abschlusseinheit erfolgt, nimmt der Betrag des Prüfstroms mit Verringerung der zur Verfügung stehenden Eingangsspannung am Anschluss der Abschlusseinheit gleichfalls ab.

15 Die messtechnische Ermittlung der mittleren minimalen und maximalen Ausgangsstromwerte aus den erfassten Ausgangsstromwerten kann z.B. mittels eines Tiefpassfilters mit einer auf die Periodendauer der Stromerhöhungspulse ausgerichteten Zeitkonstante erfolgen. Vorzugsweise erfolgt dies „per Software“, wenn die messtechnische Erfassung und Auswertung mit-
20 tels A/D-Umsetzer und einem Mikrocontroller als Steuereinheit erfolgt. Hierzu kann auf dem Mikrocontroller ein geeignetes Erfassungs- und Auswerteprogramm samt einem digitalen Mittelwertfilter ausgeführt sein.

25 Ein weiterer besonderer Vorteil ist, dass keine weiteren Messdaten von der Abschlusseinheit über ggf. weitere Signalleitungen an die Stromversorgungseinheit übertragen werden müssen.

Nach einer Ausführungsform ist die Zeitsynchronisiereinrichtung dazu eingerichtet, den Start- und Endzeitpunkt eines
30 Messfensters sowie eine Messfensterperiode auf eine vorgegebene Pulslänge eines Stromerhöhungspulses in einem Bereich von 10 ms bis 200 ms, vorzugsweise von 50 ms bis 100 ms, und auf eine vorgegebene Periodendauer der Stromerhöhungspulse in
35 einem Bereich von 1 s bis 60 s, vorzugsweise in einem Bereich

von 10 s bis 30 s, anzupassen. Durch die vergleichsweise langen Pausen zwischen jeweils zwei Stromerhöhungspulsen ist eine fortlaufende Kalibrierung der Start- und Endzeitpunkte eines Messfensters möglich, um Veränderungen der Pulslänge sowie der Periodendauer der Stromerhöhungspulse z.B. aufgrund von Temperaturerhöhungen oder Alterungseffekten an Komponenten der Abschlusseinheit zu kompensieren.

Einer weiteren Ausführungsform zufolge ist das Tastverhältnis zwischen der Pulslänge und der Periodendauer eines Stromerhöhungspulses kleiner als 1:50, insbesondere kleiner als 1:100.

Nach einer Ausführungsform ist der maximale Ausgangsstrom der Stromversorgungseinheit auf einen Nennausgangsstromwert I_N bemessen. Es ist der im ordnungsgemässen Betriebszustand der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen zu erwartende Differenzstromwert auf das 0.05- bis 0.50-fache, insbesondere auf das 0.01- bis 0.10-fache des Nennausgangsstromwerts I_N festgelegt. Zudem ist der Vergleichstromwert auf das 0.5 bis 0.95-fache, insbesondere auf 0.8-fache des vorgegebenen Differenzstromwerts festgelegt.

Dadurch ist ein betragsmässig vergleichsweise sehr hoher Prüfstrom in die Stromversorgungsleitungen einkoppelbar, der dann auch an den typischerweise sehr niederohmigen Leitungswiderständen der jeweiligen Stromversorgungsleitungen zu nennenswerten Spannungsabfällen führt. Letztere führen dann wiederum ihrerseits zu einer nennenswerten Verringerung des Betrags des Prüfstroms.

Einer weiteren Ausführungsform zufolge ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine (zweite) Fehlermeldung für einen schleichenden Kurzschluss auszugeben, falls der mittlere minimale Ausgangsstromwert einen Stromgrenzwert für schleichen den Kurzschluss überschreitet. Eine Ursache der Erhöhung des mittleren minimalen Ausgangsstromwerts kann die Abnahme des Isolationswiderstands zwischen zwei Stromversorgungsleitungen sein.

Nach einer Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine (dritte) Fehlermeldung für einen Unterbruch auszugeben, falls nach dem Einschalten der Stromversorgungseinheit oder falls während des Betriebs der Stromversorgungseinheit die Detektion eines Stromerhöhungspulses mittels des Pulsdetektors ausbleibt. In diesem Fall wird die Abschlusseinheit nicht mehr elektrisch gespeist. Die Abschlusseinheit ist somit nicht mehr in der Lage, den wiederkehrenden, vorzugsweise zyklischen Prüfstrom in die Stromversorgungsleitungen einzukoppeln.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine (vierte) Fehlermeldung für einen Kurzschluss auszugeben, falls ein aktuell erfasster Stromwert für den Ausgangsstrom einen Auslösestromgrenzwert für einen Kurzschluss, insbesondere mehrmals hintereinander, überschreitet.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiter mit einer Stromversorgungsanlage, insbesondere zur elektrischen Speisung von Komponenten eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems, mit einer erfindungsgemässen Stromversorgungseinheit, mit einer Abschlusseinheit und mit Stromversorgungsleitungen und ggf. Signalleitungen gelöst. Die Stromversorgungsleitungen sind zwischen einem Stromversorgungsanschluss der Stromversorgungseinheit und einem Anschluss der Abschlusseinheit angeschlossen. Die Abschlusseinheit ist dazu eingerichtet, einen wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Prüfstrom zur Erzeugung entsprechender Stromerhöhungspulse mittels einer ansteuerbaren Prüfstromquelle in die Versorgungsleitungen einzukoppeln.

Nach einer Ausführungsform der Stromversorgungsanlage umfasst die ansteuerbare Prüfstromquelle eine Serienschaltung aus einem Lastwiderstand und einem ansteuerbaren Schaltelement. Die Serienschaltung ist parallel zum Anschluss der Abschlusseinheit geschaltet. Das Schaltelement ist mittels eines Pulsgenerators zur Erzeugung der Stromerhöhungspulse ansteuerbar.

Alternativ zur vorhergehenden Ausführungsform ist die ansteuerbare Prüfstromquelle eine ein- oder ausschaltbare Konstantstromquelle oder ein ein- oder ausschaltbares Konstantleistungselement.

- 5 Konstantstromquellen, die auch als Stromregler bezeichnet werden, sind z.B. als zweipolige elektronische Bauelemente erhältlich.

Konstantleistungselemente können z.B. durch Spannungsregler mit entsprechenden Rückkopplungspfaden, wie z.B. mittels ohmscher Widerstände, für eine an dem Spannungsregler anliegende Spannung sowie für einen durch den Spannungsregel hindurchfließenden Strom realisiert sein. Spannungsregler weisen als typischerweise dreipoliges Bauelement einen Spannungseingang, einen Spannungsausgang sowie einen für die Rückkopplung vorgesehenen Referenzspannungseingang zur Spannungsregelung auf.

Die betrachteten Konstantstromquellen und Konstantleistungselemente wirken jeweils wie ein passives Bauelement und somit als ohmscher Widerstand. Sie speisen folglich auch keinen Speisestrom aktiv in die Stromversorgungsleitungen ein, sondern belasten den Eingang der Abschlusseinheit elektrisch. Vorzugsweise weisen derartige Konstantstromquellen und Konstantleistungselemente eine Mindesteingangsspannung als technisches Kenndatum auf, sodass bei Unterschreitung einer an der Konstantstromquelle bzw. dem Konstantleistungselement anliegenden Spannung, hier der Eingangsspannung am Anschluss der Abschlusseinheit, der eingestellte konstante Strom bzw. die eingestellte konstante elektrische Verlustleistung abnimmt. Der Mindesteingangsspannung kann z.B. auf das 0.9-fache, insbesondere das 0.8-fache eines Nennspannungswerts U_N für die vorgebbare Ausgangsspannung am Stromversorgungsanschluss der Stromversorgungseinheit abgestimmt sein.

Der Pulsgenerator ist dabei ein Signalgenerator, der wiederholt rechteckförmige Pulse erzeugt, wie z.B. mittels eines Multivibrators. Weist dagegen die Abschlusseinheit einen Mik-

rocontroller auf, so können die Ansteuersignale für das Schaltelement auch mittels eines Timers im Mikrocontroller erzeugt werden. Die wiederholt zu erzeugenden Ansteuersignale sind vorzugsweise zyklisch. Das ansteuerbare Schaltelement
5 ist vorzugsweise ein Schalttransistor, insbesondere ein FET.

Einer Ausführungsform zufolge ist der Pulsgenerator dazu ausgebildet, Ansteuerimpulse für das Schaltelement mit einer Pulslänge im Bereich von 10 ms bis 200 ms, vorzugsweise im Bereich von 50 ms bis 100 ms, und mit einer Periodendauer im
10 Bereich von 1 s bis 60 s, vorzugsweise im Bereich von 10 s bis 30 s, auszugeben.

Insbesondere ist der Pulsgenerator dazu ausgebildet, Ansteuerimpulse für das Schaltelement mit einem Tastverhältnis kleiner als 1:50, insbesondere kleiner als 1:100, auszugeben.

15 Nach einer weiteren Ausführungsform ist der maximale Ausgangsstrom der Stromversorgungseinheit auf einen Nennausgangsstromwert I_N bemessen. Der von der Abschlusseinheit in die Stromversorgungsleitungen einzukoppelnde Prüfstrom umfasst einen maximalen Stromwert in einem Bereich des 0.05-
20 bis 0.50-fachen, insbesondere in einem Bereich des 0.01- bis 0.10-fachen des Nennausgangsstromwerts I_N .

Dadurch ist ein betragsmäßig vergleichsweise sehr hoher Prüfstrom in die Stromversorgungsleitungen einkoppelbar, der dann auch an den typischerweise sehr niederohmigen Leitungswiderständen der jeweiligen Stromversorgungsleitungen zu nennenswerten Spannungsabfällen führt. Letztere führen dann wiederum ihrerseits zu einer nennenswerten Verringerung des Betrags des Prüfstroms.
25

Insbesondere weist der von der Abschlusseinheit in die Stromversorgungsleitungen einzukoppelnde Prüfstrom einen maximalen Stromwert in einem Bereich von 0.05 bis 1 A, insbesondere in einem Bereich von 0.1 bis 0.5 A, auf.
30

Nach einer Ausführungsform sind der Lastwiderstand, die Konstantstromquelle sowie das Konstantleistungselement hinsichtlich deren maximal zulässiger Verlustleistung derart bemessen, dass die Differenz zwischen einem mittleren Temperaturwert des Lastwiderstands, der Stromquelle sowie des Konstantleistungselements und einem Umgebungstemperaturwert kleiner als 20°C, insbesondere kleiner als 10°C.

Dadurch kann insbesondere in Verbindung mit dem eingestellten sehr kleinen Tastverhältnis von kleiner als 1:50, insbesondere von kleiner als 1:100, die Bauteildimensionierung für den Lastwiderstand, für die Konstantstromquelle sowie für das Konstantleistungselement äussert kompakt ausfallen. Zusätzliche Kühlmassnahmen sind hierfür nicht erforderlich.

Schliesslich ist nach einer weiteren Ausführungsform die Abschlusseinheit dazu eingerichtet, die Einkopplung des Prüfstroms in die Versorgungsleitungen zu unterbinden, falls eine am Anschluss der Abschlusseinheit anliegende Eingangsspannung das 0.9-fache, insbesondere das 0.8-fache eines Nennspannungswerts U_N für die vorgebbare Ausgangsspannung am Stromversorgungsanschluss der Stromversorgungseinheit unterschreitet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigen schematisch:

FIG 1 ein Funktionsschema einer beispielhaften Stromversorgungsanlage mit Stromversorgungseinheit, Abschlusseinheit und dazwischen angeschlossenen Stromversorgungsleitungen gemäss der Erfindung, und

FIG 2 beispielhaft den Verlauf eines von einer Stromversorgungseinheit stammenden Ausgangsstroms mit Stromerhöhungspulsen gemäss der Erfindung.

FIG 1 zeigt ein Funktionsschema einer beispielhaften Stromversorgungsanlage SVA mit Stromversorgungseinheit SV, Abschlusseinheit EOL und dazwischen angeschlossenen Stromversorgungsleitungen SL gemäss der Erfindung.

Die im linken Teil der FIG 1 dargestellte erfindungsgemässe Stromversorgungseinheit SV weist einen netzseitigen Eingang IN für eine Netzeingangsspannung U_N , wie z.B. von 230V/50 Hz, auf. Ein nachgeschaltetes Netzteil NT setzt die Netzeingangsspannung U_N in eine potenzialfreie Ausgangsgleichspannung U_{OUT} um, wobei die über die sehr niederohmige Sicherung SI als Kurzschlusschutz und den sehr niederohmigen Messwiderstand RM abfallende Spannungen vernachlässigbar sind. Ein Batteriesymbol im Block für das Netzteil NT symbolisiert, dass das Netzteil NT auch als unterbrechungsfreie Stromversorgung realisiert sein kann. Mit dem Bezugszeichen GND ist ein Bezugspotenzial bzw. die Masse der Stromversorgungseinheit SV bezeichnet. An einem ausgangsseitigen Stromversorgungsanschluss OUT liegen somit dieses Bezugspotential GND und die dazu positive Ausgangsspannung U_{OUT} an. Der hier zweipolige Stromversorgungsanschluss OUT kann z.B. eine Klemme sein.

Mit I_{OUT} ist ein Ausgangsstrom bzw. hier Ausgangsgleichstrom bezeichnet, den die Stromversorgungseinheit SV bereitstellt. Dieser fliesst auf umgekehrten Wege auch durch den Messwiderstand RM, der zur messtechnischen Erfassung eines aktuellen Ausgangsstromwerts vorgesehen ist. Hierzu ist beispielhaft ein Differenzverstärker DV mit hoher Verstärkung an den Messwiderstand RM geschaltet. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers DV wird mittels eines Filters F1 tiefpassgefiltert und dann einem A/D-Umsetzer ADC zur Umsetzung des analogen Messsignals in digitale Ausgangsstromwert zugeführt. Ein ausgangsseitiger Spannungsteiler ST setzt die anliegende Ausgangsspannung in eine proportional niedrige Teilerspannung

um, die nach Filterung mittels eines zweiten Tiefpassfilters F2 einem weiteren A/D-Umsetzer ADC zugeführt wird. Die beiden A/D-Umsetzer ADC sind bereits integrierter Bestandteil einer als Mikrocontroller realisierten Steuereinheit MC.

5 Somit weist eine Überwachungseinrichtung UE der Stromversorgungseinheit SV, wie zuvor beschrieben, eine Messeinrichtung ST; RM, DV, ADC zur Erfassung eines aktuellen Stromwerts des Ausgangsstroms I_{OUT} sowie eines aktuellen Spannungswerts der Ausgangsspannung U_{OUT} auf. Die erfassten Strom- und Spannungs-
10 werte werden üblicherweise auch für die Spannungs- und Stromregelung der Stromversorgungseinheit SV benötigt.

Im rechten Teil der FIG 1 ist die Abschlusseinheit EOL im Detail dargestellt, die in der Fachsprache auch als End-Of-Line-Device bezeichnet wird. Diese weist einen Eingang INE
15 zum Anschluss der Abschlusseinheit EOL an zwei Stromversorgungsleitungen SL auf. Der Eingang INE kann z.B. als Klemme oder Buchse ausgebildet sein. Am Eingang INE liegt eine mit U_{EOL} bezeichnete Eingangsspannung an. Diese Eingangsspannung U_{EOL} ist dabei auf eine Bezugsmasse M der Abschlusseinheit EOL
20 bezogen und nicht identisch mit dem Bezugspotenzial GND der Stromversorgungseinheit SV. Die Abschlusseinheit EOL umfasst ferner eine Prüfstromquelle REF, realisiert als ohmscher Widerstand, der über ein Schaltelement S an den Eingang INE der Abschlusseinheit EOL zyklisch angeschaltet werden kann. Mit
25 dem parallelen Anschalten wird ein Prüfstrom I_{REF} in die Stromversorgungsleitungen SL zyklisch eingekoppelt. Sind an den Stromversorgungsleitungen SL, wie im mittleren Teil der FIG 1 gezeigt, elektrische Verbraucher L1, L2, Ln angeschaltet, so erhöht sich bei angenommener gleichbleibender elektrischer
30 Last durch die Verbraucher L1, L2, Ln der von der Stromversorgungseinheit SV bereitgestellte Stromwert des Ausgangsstroms I_{OUT} um den zyklisch eingekoppelten Prüfstrom I_{REF} . Mit anderen Worten erhöht sich der gesamte Ausgangsstrom I_{OUT} der Stromversorgungseinheit SV durch die zusätzliche, zyklische
35 zugeschaltete weitere Last in Form des Lastwiderstands REF. Der Lastwiderstand REF wird im vorliegenden Beispiel mittels

eines ansteuerbaren Schaltelements S zugeschaltet, welches durch einen mit TI bezeichneten Pulsgenerator über ein ODER-Gatter OD angesteuert wird. Auf parallelem Wege kann mittels eines Spannungsdetektors SD der Lastwiderstand REF zugeschaltet werden, um der Stromversorgungseinheit SV mittels einer
5 Stromerhöhung zu signalisieren, dass eine ausreichend hohe Eingangsspannung U_{EOL} an der Abschlusseinheit EOL anliegt.

Die beiden im mittleren Teil der FIG 1 gezeigten Stromversorgungsleitungen SL können mit einer Ummantelung zu einem
10 Stromversorgungskabel zusammengefasst sein. Mit RL sind symbolisch abschnittsweise vorhandene bzw. wirkende Leitungswiderstände der beiden Stromversorgungsleitungen SL bezeichnet, die in Summe einen Gesamtleitungswiderstand bilden. Die ohmschen Beträge der einzelnen Leitungswiderstände sind typischerweise voneinander verschieden und abhängig von der jeweiligen Leitungslänge zwischen den Anschlüssen OUT , INE sowie den Anschaltungen der Verbraucher $L1$, $L2$, L_n an die beiden Stromversorgungsleitungen SL . Die über den Gesamtleitungswiderstand abfallende Spannung entspricht dabei dem Produkt aus dem Ausgangsstrom I_{OUT} und der Spannungsdifferenz aus der Ausgangsspannung U_{OUT} und der an der Abschlusseinheit EOL anliegenden Eingangsspannung U_{EOL} . Eine signifikante Abnahme der Eingangsspannung U_{EOL} an der Abschlusseinheit EOL ist somit ein Indiz auf eine ggf. unzulässige Erhöhung des Gesamtleitungswiderstands. Eine niedrigere Eingangsspannung U_{EOL} an der Abschlusseinheit EOL bewirkt aber auch, dass der Betrag des Prüfstroms I_{REF} bei konstantem Lastwiderstand REF abnimmt und gemäss der Erfindung mittels der Stromversorgungseinheit SV detektiert werden kann. Bei einer unzulässigen Verringerung der zyklisch eingeprägten Erhöhung des Prüfstroms I_{REF}
25 kann dann mittels der Stromversorgungseinheit SV eine Fehlermeldung hier auf schleichenden Unterbruch ausgegeben werden.

Gemäss der Erfindung weist die Überwachungseinrichtung UE nun einen bereits als Software im Mikrocontroller MC realisierten
35 Pulsdetektor PD zur Detektion eines wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Stromerhöhungspulses im Ausgangsstrom I_{OUT}

der Stromversorgungseinheit SV auf (siehe dazu auch FIG 2). Die Überwachungseinrichtung UE umfasst zudem eine als Software im Mikrocontroller MC realisierte Zeitsynchronisiereinrichtung AE, TI zur fortlaufenden zeitlichen Anpassung des Start- und Endzeitpunktes eines Messfensters MF für die Erfassung einer Stromerhöhung in aufeinanderfolgenden Stromerhöhungspulsen P. Die Zeitsynchronisiereinrichtung AE, TI ist durch einen Timer TI als integrierte Hardwarekomponente des Mikrocontrollers MC sowie durch einen Software-Auswertefunktionsblock AE im Mikrocontroller MC realisiert. Die geeignet programmierte Software auf dem Mikrocontroller MC stellt dabei sicher, dass ein jeweiliges Messfenster für die Erfassung einer Stromerhöhung in aufeinanderfolgenden Stromerhöhungspulse zeitlich nachgeführt wird und somit immer synchron zu einer virtuellen Zeitbasis VZ der rechts dargestellten Abschlusseinheit EOL ist.

Weiter gemäss der Erfindung ist die mit der Messeinrichtung ST; RM, DV, ADC verbundene Steuereinheit MC bzw. der Mikrocontroller nun dazu eingerichtet, einen mittleren minimalen Ausgangsstromwert aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich ausserhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln und einen mittleren maximalen Ausgangsstromwert aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich innerhalb eines jeweiligen Messfensters zu ermitteln. Schliesslich ist der Mikrocontroller MC dazu eingerichtet, eine Fehlermeldung FM für einen schleichenden Unterbruch auszugeben, falls ein Differenzstromwert aus dem mittleren maximalen und dem mittleren minimalen Ausgangsstromwert einen Vergleichsstromwert SU unterschreitet. Der Vergleichsstromwert SU ist im vorliegenden Beispiel als Digitalwert in einem nichtflüchtigen Speicher des Mikrocontrollers MC abgelegt. Die Ausgabe der Fehlermeldung FM erfolgt hier beispielhaft über einen potenzialfreien Schaltkontakt S.

FIG 2 zeigt beispielhaft den zeitlichen Verlauf V_{IOUT} eines von einer Stromversorgungseinheit SV stammenden Ausgangsstroms I_{OUT} mit Stromerhöhungspulsen P gemäss der Erfindung.

Aufgetragen über die Zeitachse t sind beispielhaft zwei Stromerhöhungspulse P zu sehen, welche einen mittleren minimalen Stromwert I_{MIN} jeweils um einen Differenzstromwert ΔI auf einen mittleren maximalen Stromwert I_{MIN} des Ausgangsstroms I_{OUT} anheben. Mit MF ist ein gemäss der Erfindung zeitlich nachgeführtes Messfenster bezeichnet, innerhalb dessen die zugehörigen Messwerte des Ausgangsstroms I_{OUT} erfasst werden und nach rechnerischen Mittelung mittels Software auf dem Mikrocontroller MC den mittleren maximalen Stromwert I_{MAX} bilden. Zeitlich komplementär dazu werden ausserhalb der jeweiligen Messfenster MF die zugehörigen Messwerte des Ausgangsstroms I_{OUT} erfasst. Wieder nach rechnerischen Mittelung resultiert dann der mittlere minimale Stromwert I_{MIN} des Ausgangsstroms I_{OUT} .

Mit TP ist die Periode der zyklischen Stromerhöhungspulse P bezeichnet und mit PL die zugehörige Pulslänge eines Stromerhöhungspulses P . Mit TT ist ein zeitliches Toleranzfenster bezeichnet, innerhalb dessen sich die Periode TP von Stromerhöhungspuls P zu Stromerhöhungspuls P ändern kann. Mit BF ist beispielhaft ein Beobachtungsfenster bezeichnet, welches sozusagen als „Fangfenster“ softwaremässig auf einen zu erwartenden Stromerfassungspuls P inklusive der anschliessenden messtechnischen Erfassung und Verarbeitung eingestellt ist.

Mit $I_{\text{SI}/2}$ ist schliesslich ein im Rahmen der Inbetriebnahme einer Stromversorgungsanlage SVA eingestellter und messtechnisch ermittelter Stromgrenzwert $I_{\text{SI}/2}$ für einen schleichenden Kurzschluss bezeichnet, der hier beispielhaft dem halben Auslösestromwert I_{SI} für einen Kurzschluss entspricht. Der Stromgrenzwert $I_{\text{SI}/2}$ für einen schleichenden Kurzschluss ist dabei so bemessen, dass dieser mit einem Sicherheitsabstand oberhalb des mittleren minimalen Stromwerts I_{MIN} liegt.

Bezugszeichenliste

	ADC	Analog-/Digital-Umsetzer
	AE	Auswerteblock
	BF	Beobachtungsfenster
5	DV	Differenzverstärker
	EOL	Abschlusseinheit, End-Of-Line-Gerät
	F1, F2	Filter, Tiefpass
	FM	Fehlermeldung
	GND	Bezugspotenzial des Stromversorgungsgeräts
10	IN	Eingang, netzseitiger Eingang
	INE	Anschluss der Abschlusseinheit
	I_{OUT}	Ausgangsstrom, DC-Ausgangsstrom
	I_{MAX}	maximaler Ausgangsstrom mit Prüfstrom
	I_{MIN}	minimaler Ausgangsstrom ohne Prüfstrom
15	I_{REF}	Prüfstrom, DC-Referenzstrom,
	I_{SI}	Auslösestromgrenzwert
	$I_{SI/2}$	Stromgrenzwert für schleichenden Kurzschluss, halber Auslösestromwert
	L1, L2, Ln	elektrische Last, Verbraucher
20	M	Bezugspotenzial der Überwachungseinrichtung, Masse
	MC	Steuereinheit, Mikrocontroller
	MF	Messfenster
	NT	Netzteil, Spannungsquelle
25	OD	ODER-Funktionsblock, Gatter
	OUT	ausgangsseitiger Stromversorgungsanschluss
	P	Stromerhöhungspuls
	PD	Pulsdetektor
	PL	Pulslänge
30	REF	Prüfstromquelle, Lastwiderstand, Stromquelle, Konstantleistungselement
	RL	Leitungswiderstand
	RM	Messwiderstand, Shunt
	S	Schaltelement, FET
35	SD	Spannungsdetektor
	SI	Sicherung
	SL	Stromversorgungsleitung

	ST	Spannungsteiler
	SU	Vergleichsstromwert,
	SV	Stromversorgungseinheit, Stromversorgungsgerät
	SVA	Stromversorgungsanlage
5	t	Zeit, Zeitachse
	TB	Zeitdauer des Beobachtungsfensters
	TI	Pulsgenerator, Timer
	TP	Periodendauer des Prüfstroms, Periodendauer des Stromerhöhungspulses
10	TT	Toleranzfenster
	UE	Überwachungseinrichtung
	U_{OUT}	Ausgangsspannung, DC-Ausgangsspannung
	U_{EOL}	Eingangsspannung an der Abschlusseinheit
	U_N	Eingangsspannung, Netzspannung
15	V_{IOUT}	zeitlicher Verlauf des Ausgangsstroms
	VZ	virtuelle Zeitbasis
	ΔI	Differenzstromwert

Patentansprüche

1. Stromversorgungseinheit (SV) zur Bereitstellung eines Ausgangsstroms (I_{OUT}) mit einer vorgebbaren Ausgangsspannung (U_{OUT}) an einem Stromversorgungsanschluss (OUT), wobei der Stromversorgungsanschluss (OUT) zum Anschliessen von Stromversorgungsleitungen (SL) und ggf. von Signalleitungen vorgesehen ist, wobei die Stromversorgungseinheit (SV) eine Überwachungseinrichtung (UE) zur Überwachung des Betriebszustands der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen (SL) aufweist, wobei die Stromversorgungsleitungen (SL) an einem entfernten Leitungsende an einer Abschlusseinheit (EOL) anschliessbar sind und zum Anschliessen sowie zur Speisung von daran anschliessbaren Komponenten insbesondere eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems vorgesehen sind, wobei die Überwachungseinrichtung (UE) der Stromversorgungseinheit (SV) aufweist,
- eine Messeinrichtung (ST; RM, DV, ADC) zur Erfassung eines aktuellen Stromwerts des Ausgangsstroms (I_{OUT}) sowie eines aktuellen Spannungswerts der Ausgangsspannung (U_{OUT}),
 - einen Pulsdetektor (PD) zur Detektion eines wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Stromerhöhungspulses (P) im Ausgangsstrom (I_{OUT}) der Stromversorgungseinheit (SV),
 - eine Zeitsynchronisiereinrichtung (AE, TI) zur fortlaufenden zeitlichen Anpassung des Start- und Endzeitpunktes eines Messfensters (MF) für die Erfassung einer Stromerhöhung in aufeinanderfolgenden Stromerhöhungspulsen (P), und
 - eine mit der Messeinrichtung (ST; RM, DV, ADC) verbundene Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet, einen mittleren minimalen Ausgangsstromwert (I_{MIN}) aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich ausserhalb eines jeweiligen Messfensters (MF) zu ermitteln, einen mittleren maximalen Ausgangsstromwert (I_{MAX}) aus erfassten Ausgangsstromwerten zeitlich innerhalb eines jeweiligen Messfensters (MF) zu ermitteln und eine Fehlermeldung (FM) für einen schleichenden Unterbruch auszugeben, falls ein Differenzstromwert (ΔI) aus dem mittleren maximalen und dem mittleren minimalen Ausgangsstromwert (I_{MAX} , I_{MIN}) einen Vergleichsstromwert (SU) unterschreitet.

2. Stromversorgungseinheit (SV) nach Anspruch 1, wobei die Zeitsynchronisiereinrichtung (AE, TI) dazu eingerichtet ist, den Start- und Endzeitpunkt eines Messfensters (MF) sowie eine Messfensterperiode auf eine vorgegebene Pulslänge (PL) eines Stromerhöhungspulses (P) in einem Bereich von 10 ms bis 200 ms, vorzugsweise von 50 ms bis 100 ms, und auf eine vorgegebene Periodendauer (TP) der Stromerhöhungspulse (P) in einem Bereich von 1 s bis 60 s, vorzugsweise in einem Bereich von 10 s bis 30 s anzupassen.
3. Stromversorgungseinheit (SV) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Tastverhältnis zwischen der Pulslänge (PL) und der Periodendauer (TP) eines Stromerhöhungspulses (P) kleiner ist als 1:50, insbesondere kleiner als 1:100.
4. Stromversorgungseinheit (SV) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der maximale Ausgangsstrom (I_{OUT}) der Stromversorgungseinheit (SV) auf einen Nennausgangsstromwert I_N bemessen ist, wobei der im ordnungsgemässen Betriebszustand der angeschlossenen Stromversorgungsleitungen (SL) zu erwartende Differenzstromwert (ΔI) auf das 0.05- bis 0.50-fache, insbesondere auf das 0.01- bis 0.10-fache des Nennausgangsstromwerts I_N festgelegt ist und wobei der Vergleichstromwert (SU) auf das 0.5 bis 0.95-fache, insbesondere auf das 0.8-fache des vorgegebenen Differenzstromwerts (ΔI) festgelegt ist.
5. Stromversorgungseinheit (SV) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet ist, eine Fehlermeldung (FM) für einen schleichenden Kurzschluss auszugeben, falls der mittlere minimale Ausgangsstromwert (I_{MIN}) einen Stromgrenzwert für schleichenden Kurzschluss ($I_{SI/2}$) überschreitet.
6. Stromversorgungseinheit (SV) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet ist, eine Fehlermeldung (FM) für einen Unterbruch auszugeben, falls nach dem Einschalten der Stromversorgungseinheit (SV) oder falls während des Betriebs der Stromversorgungseinheit

(SV) die Detektion eines Stromerhöhungspulses (P) mittels des Pulsdetektors (PD) ausbleibt.

7. Stromversorgungseinheit (SV) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (MC) dazu eingerichtet ist, eine Fehlermeldung (FM) für einen Kurzschluss auszugeben, falls ein aktuell erfasster Stromwert für den Ausgangsstrom (I_{OUT}) einen Auslösestromgrenzwert für einen Kurzschluss (I_{SI}), insbesondere mehrmals hintereinander, überschreitet.

8. Stromversorgungsanlage (SVA), insbesondere zur elektrischen Speisung von Komponenten eines Brand- oder Gefahrenmeldesystems, mit einer Stromversorgungseinheit (SV) nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einer Abschlusseinheit (EOL) und mit Stromversorgungsleitungen (SL) und ggf. Signalleitungen, wobei die Stromversorgungsleitungen (SL) zwischen einem Stromversorgungsanschluss (OUT) der Stromversorgungseinheit (SV) und einem Anschluss (INE) der Abschlusseinheit (EOL) angeschlossen sind, und wobei die Abschlusseinheit (EOL) dazu eingerichtet ist, einen wiederkehrenden, insbesondere zyklischen Prüfstrom (I_{REF}) zur Erzeugung entsprechender Stromerhöhungspulse (P) mittels einer ansteuerbaren Prüfstromquelle (REF) in die Versorgungsleitungen (SL) einzukoppeln.

9. Stromversorgungsanlage (SVA) nach Anspruch 8, wobei die ansteuerbare Prüfstromquelle (REF) eine Serienschaltung aus einem Lastwiderstand (REF) und einem ansteuerbaren Schaltelement (S) umfasst, wobei die Serienschaltung parallel zum Anschluss (INE) der Abschlusseinheit (EOL) geschaltet ist, und wobei das Schaltelement (S) mittels eines Pulsgenerators (TI) zur Erzeugung der Stromerhöhungspulse (P) ansteuerbar ist.

10. Stromversorgungsanlage (SVA) nach Anspruch 8, wobei die ansteuerbare Prüfstromquelle (REF) eine ein- oder ausschaltbare Konstantstromquelle oder ein ein- oder ausschaltbares Konstantleistungselement ist, und wobei das Schaltelement (S) mittels eines Pulsgenerators (TI) zur Erzeugung der Stromerhöhungspulse (P) ansteuerbar ist.

11. Stromversorgungsanlage (SVA) nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Pulsgenerator (TI) dazu ausgebildet ist, Ansteuerimpulse für das Schaltelement (S) mit einer Pulslänge (PL) im Bereich von 10 ms bis 200 ms, vorzugsweise im Bereich von 50 ms bis 100 ms, und mit einer Periodendauer (TP) im Bereich von 1 s bis 60 s, vorzugsweise im Bereich von 10 s bis 30 s, auszugeben.
12. Stromversorgungsanlage (SVA) nach Anspruch 11, wobei der Pulsgenerator (TI) dazu ausgebildet ist, Ansteuerimpulse für das Schaltelement (S) mit einem Tastverhältnis kleiner als 1:50, insbesondere kleiner als 1:100, auszugeben.
13. Stromversorgungsanlage (SVA) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der maximale Ausgangsstrom (I_{OUT}) der Stromversorgungseinheit (SV) auf einen Nennausgangsstromwert I_N bemessen ist und wobei der von der Abschlusseinheit (EOL) in die Stromversorgungsleitungen (SL) einzukoppelnde Prüfstrom (I_{REF}) einen maximalen Stromwert in einem Bereich des 0.05- bis 0.50-fachen, insbesondere in einem Bereich des 0.01- bis 0.10-fachen des Nennausgangsstromwerts I_N aufweist.
14. Stromversorgungsanlage (SVA) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei der von der Abschlusseinheit (EOL) in die Stromversorgungsleitungen (SL) einzukoppelnde Prüfstrom (I_{REF}) einen maximalen Stromwert in einem Bereich von 0.05 bis 1 A, insbesondere in einem Bereich von 0.1 bis 0.5 A, aufweist.
15. Stromversorgungsanlage (SVA) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, wobei die Abschlusseinheit (EOL) dazu eingerichtet ist, die Einkopplung des Prüfstroms (I_{REF}) in die Versorgungsleitungen (SL) zu unterbinden, falls eine am Anschluss (INE) der Abschlusseinheit (EOL) anliegende Eingangsspannung (U_{EOL}) das 0.9-fache, insbesondere das 0.8-fache eines Nennspannungswerts U_N für die vorgebbare Ausgangsspannung (U_{OUT}) am Stromversorgungsanschluss (OUT) der Stromversorgungseinheit (SV) unterschreitet.

