



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 03228/92

73 Inhaber:
Invertomatic SA per la conversione dell'energia,
6595 Riazzino (CH)

22 Anmeldungsdatum: 16.10.1992

72 Erfinder:
Marbach, Filippo, Vira (Mezzovico) (CH)
Xhiha, Vilaznim, Minusio (CH)

24 Patent erteilt: 28.03.2002

45 Patentschrift
veröffentlicht: 28.03.2002

74 Vertreter:
R. A. Egli & Co., Patentanwälte,
Horneggstrasse 4, 8008 Zürich (CH)

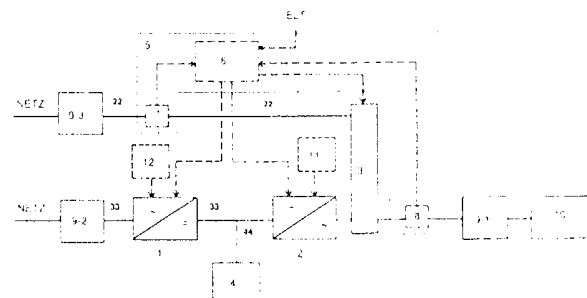
54 Stromversorgungsanlage zur unterbrechungsfreien Speisung einer Last von einem Netz.

57 Die Stromversorgungsanlage umfasst einen netzseitigen Umrichter (1), einen lastseitigen Umrichter (2), eine Umschalteinheit (3) sowie einen Energiespeicher (4). Ein Ausgang des netzseitigen Umrichters (1), ein Eingang des lastseitigen Umrichters (2) und ein Anschluss des Energiespeichers (4) sind miteinander verbunden.

Die Umschalteinheit (3) bewirkt die Speisung der Last (10) wahlweise direkt vom Netz (NETZ), vom Netz (NETZ) über die vom Energiespeicher (4) gepufferte Reihenschaltung der Umrichter (1, 2) oder vom Energiespeicher (4) über den lastseitigen Umrichter (2).

Eine Kontrolleinheit (5) umfasst eine Logik (6), eine Messeinrichtung (7) für eine Netzspannung, eine Messeinrichtung (8) für einen Laststrom und eine Einrichtung (ELT) zur Eingabe von vorbestimmten Toleranzwerten in die Logik (6).

Die Logik (6) ist mit den beiden Umrichtern (1, 2) und der Umschalteinheit (3) verbunden, um diese so zu steuern, dass bei den momentan herrschenden Bedingungen am Netz (NETZ) und an der Last (10) eine optimale Speisung der Last (10) gewährleistet ist.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungsanlage zur unterbrechungsfreien Speisung einer Last von einem Netz, mit einem netzseitigen Umrichter, einem lastseitigen Umrichter, einer Umschalteneinheit sowie einem Energiespeicher, wobei ein Ausgang des netzseitigen Umrichters, ein Eingang des lastseitigen Umrichters und ein Anschluss des Energiespeichers miteinander verbunden sind, sowie ein Verfahren zum Betrieb dieser Stromversorgungsanlage.

Auf dem Gebiet der statischen Notstromversorgung sind gegenwärtig vier grundsätzliche Topologien von Notstrom-Versorgungsanlagen bekannt, nämlich die unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (Online-Anlagen), die Notstromversorgungsanlagen mit Umkehrwechselrichter, die Standby-Notstromversorgungsanlagen (Offline-Anlagen) und die Notstromversorgungsanlagen mit Sättigungstransformator (Ferro-Standby-Anlagen).

In Fig. 1 bis 4 ist dieser Stand der Technik dargestellt. Nachfolgend wird jede dieser vier Topologien kurz beschrieben.

In Fig. 1 ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage oder Online-Anlage dargestellt. Bei einer solchen Anlage wird im Normalbetrieb die Energie vom Netz NETZ über die Reihenschaltung eines Gleichrichters GR und eines Wechselrichters WR zur Last LAST übertragen. Bei einer Netzstörung wird die Lastspeisung automatisch und unterbrechungsfrei von einer Batterie BATT und dem Wechselrichter WR gewährleistet. Bei Überlast, lastseitigem Kurzschluss oder Störung des Wechselrichters WR wird die Last LAST automatisch und unterbrechungsfrei vom Netz NETZ über einen statischen Schalter SSM gespeist. Eine solche Anlage gewährleistet den optimalen Schutz der zu speisenden Last unabhängig von der Art der Netzstörung. Der Wirkungsgrad einer solchen Anlage hängt von der Leistung ab, er kann im unteren Leistungsbereich (bis 10 kVA) bis 88%, im mittleren Leistungsbereich (von 10 bis 80 kVA) zwischen 88% und 92%, und im oberen Leistungsbereich (oberhalb 80 kVA) bis 94% betragen.

In Fig. 2 ist eine Notstromversorgungsanlage mit Umkehrwechselrichter dargestellt. Bei einer solchen Anlage wird im Normalbetrieb die Energie parallel vom Netz NETZ der Last LAST über eine Drossel L und einem statischen Schalter SSM1 wie auch von einem Umkehrwechselrichter UWR geliefert. Der Beitrag des Umkehrwechselrichters UWR hängt stark von der Netzqualität und vom Leistungsfaktor ab, dies hat zur Folge, dass auch der Wirkungsgrad der Anlage stark von diesen Parametern variiert. Bei Netzausfall wird die Last LAST von einer Batterie BATT und vom Umkehrwechselrichter UWR gespeist. Bei Störung des Umkehrwechselrichters UWR wird die Last LAST vom Netz NETZ über einen statischen Schalter SSM2 gespeist, wobei eine Phasenverschiebung bis zu 30° zu erwarten ist. Bei optimalen Netz- und Lastverhältnissen beträgt der Wirkungsgrad einer solchen Anlage im unteren Leistungsbereich (bis 10 kVA) etwa 92%, im mittleren Leistungsbereich (von 10 bis 80 kVA) zwischen

92% und 94% und im oberen Leistungsbereich (oberhalb 80 kVA) bis zu 96%. Bei nicht optimalen Netz- und Lastverhältnissen wie auch im Teillastbetrieb ist mit einer starken Absenkung des Wirkungsgrades zu rechnen. Eine solche Anlage ist für den dieselektrischen Betrieb wegen der zu erwartenden Frequenzschwankungen nicht geeignet.

In Fig. 3 ist eine Standby-Notstromversorgungsanlage oder Offline-Anlage dargestellt. Bei einer solchen Anlage wird im Normalbetrieb die Energie unmittelbar vom Netz NETZ zur Last LAST übertragen. Ein Wechselrichter WR ist vorgesehen, bleibt aber während des Netzbetriebs ausgeschaltet. Bei einer Netzstörung wird der Wechselrichter WR eingeschaltet und die Last LAST wird durch einen Schalter S vom Netz NETZ auf den Wechselrichter WR umgeschaltet. Die Umschaltzeit beträgt je nach Typ der offline-Anlage zwischen 4 und 10 ms. Solche Offline-Anlagen werden hauptsächlich im unteren Leistungsbereich (bis 5 kVA) verwendet, sie sind kostengünstig und weisen eher hohe Wirkungsgrade auf (zwischen 90% und 95%).

In Fig. 4 ist eine Notstromversorgungsanlage mit Sättigungstransformator oder Ferro-Standby-Anlage dargestellt. Eine solche Anlage funktioniert ähnlich wie eine Offline-Anlage mit dem Unterschied, dass zur Beseitigung der Unterbrechung bei Umschaltung vom Netz NETZ auf den Wechselrichter WR ein ferro-resonanter Transformator TRAFO der Last LAST am Ausgang der Anlage vorgeschaltet ist. Solche Anlagen werden im unteren Leistungsbereich (bis 15 kVA) verwendet, ihr Wirkungsgrad (bis 88%) ist wegen des Transformators niedriger als bei den Offline-Anlagen.

Jede dieser bekannten Topologien von Notstromversorgungsanlagen hat also ihre eigenen Vorteile, es ist aber keine Notstromversorgungsanlage bekannt, welche die Vorteile aller dieser Topologien von Notstromversorgungsanlagen unter den entsprechenden Betriebsbedingungen aufzuweisen vermag.

Ausgehend von den Vorteilen dieser bekannten Topologien von Notstromversorgungsanlagen entstand deshalb die vorliegende Erfindung einer flexiblen unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlage zur Lösung der Aufgabe, in einer einzigen Anlage, in Abhängigkeit von den von der Last geforderten Spannungsparametern und durch Überwachung der Netzspannung und des Laststroms, die jeweils am besten geeignete Betriebsart (Netzbetrieb, Online-Betrieb oder Energiespeicher-Betrieb) hinsichtlich des optimalen Wirkungsgrads und der kleinstmöglichen Netzzrückwirkungen innerhalb der geforderten Normen zu wählen und somit die Vorteile aller bekannten Topologien von Notstromversorgungsanlagen unter den entsprechenden Betriebsbedingungen in einer einzigen Anlage zu erreichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch eine Stromversorgungsanlage der eingangs erwähnten Art, welche gekennzeichnet ist durch die im Anspruch 1 definierte Kombination von Merkmalen. Ein erfindungsgemässes Verfahren zum Betrieb dieser Stromversorgungsanlage wird im Anspruch 4 definiert. Vorteilhafte Weiterbildung der erfindungs-

gemässen Stromversorgungsanlage und des erfindungsgemässen Betriebsverfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Der technische Erfolg und die Vorteile der erfindungsgemässen Stromversorgungsanlage und des erfindungsgemässen Betriebsverfahrens sind in der nachstehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung angegeben. Es zeigen:

Fig. 5 ein Blockschema einer erfindungsgemässen Stromversorgungsanlage; und

Fig. 6 ein Flussdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemässen Betriebsverfahrens.

Gemäss dem in Fig. 5 gezeigten Blockschema der erfindungsgemässen Stromversorgungsanlage umfasst diese einen netzseitigen Umrichter 1, einen lastseitigen Umrichter 2, einen Energiespeicher 4, der beispielsweise eine Batterie oder auch ein Motor-Generator mit Schwungrad sein kann, und eine Umschalteinheit 3. Ein Ausgang des netzseitigen Umrichters 1, ein Eingang des lastseitigen Umrichters 2 und ein Anschluss des Energiespeichers sind miteinander verbunden.

Die Umschalteinheit 3 ist dazu bestimmt und ausgebildet, wahlweise bzw. nach Bedarf eine Last 10 über drei verschiedene Schaltkreise mit Energie zu versorgen. In einer Schaltstellung «Netzbetrieb» der Umschalteinheit 3 ist die Last 10 direkt mit dem Netz NETZ verbunden. In einer Schaltstellung «Online-Betrieb» der Umschalteinheit 3 ist die Last 10 mit dem Netz NETZ über die vom Energiespeicher 4 gepufferte Reihenschaltung des netzseitigen Umrichters 1 und des lastseitigen Umrichters 2 verbunden. In einer Schaltstellung «Energiespeicher-Betrieb» der Umschalteinheit 3 ist die Last 10 mit dem Energiespeicher 4 über den lastseitigen Umrichter 2 verbunden.

Eine Kontrolleinheit 5 umfasst eine Logik 6, eine Einrichtung 7 zur Messung mindestens eines Parameters einer Spannung im Netz, beispielsweise einer Amplitude, einer Frequenz und/oder einer Wellenform-Verzerrung der Netzspannung, eine Einrichtung 8 zur Messung mindestens eines Parameters eines Stroms in der Last 10, beispielsweise einer Amplitude, einer Frequenz und/oder einer Wellenform-Verzerrung des Laststroms insbesondere zur Detektion eines Kurzschlusses in der Last 10, sowie eine Einrichtung ELT zur Eingabe von vorbestimmten Toleranzwerten in die Logik. Diese Toleranzwerte werden weiter unten erläutert.

Die Logik 6 ist mit dem netzseitigen Umrichter 1 und mit dem lastseitigen Umrichter 2 wie auch mit der Umschalteinheit 3 verbunden, um diese zu steuern; in Abhängigkeit von den über die Einrichtung ELT eingegebenen Toleranzwerten und von den momentanen Messwerten, die von den Messeinrichtungen 7 und 8 für die Netzspannung und den Laststrom ermittelt werden, steuert die Logik 6 die Umschalteinheit 3 und die beiden Umrichter 1 und 2 so, dass bei den momentan herrschenden Bedingungen am Netz und an der Last eine optimale Speisung der Last im Netzbetrieb 22, im Online-Betrieb 33 oder im Energiespeicher-Betrieb 44 gewährleistet ist. Die Last 10 wird dabei kontinuierlich

und unterbrechungsfrei mit elektrischer Energie versorgt, und die Umschaltung von der einen Betriebsart zur anderen erfolgt automatisch und unterbrechungsfrei durch die Umschalteinheit 3.

Die Kontrolleinheit 5 überwacht kontinuierlich mittels der Messeinrichtungen 7 und 8 die Netzspannung (Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform-Verzerrung) und den Laststrom (Amplitude, Frequenz, Wellenform-Verzerrung und/oder Kurzschluss), und sie vergleicht die entsprechenden Messwerte mit den vorgegebenen Toleranzen.

Mit dem lastseitigen Umrichter 2 ist eine zusätzliche Logik 11 verbunden, die mit einer (nicht separat dargestellten) Einrichtung zur Eingabe eines vorbestimmten Leistungsfaktorwertes verbunden oder versehen ist. Mit dem netzseitigen Umrichter 1 ist eine zusätzliche Logik 12 verbunden, die ebenfalls mit einer (nicht separat dargestellten) Einrichtung zur Eingabe eines Leistungsfaktorwertes verbunden oder versehen ist. Die mit dem lastseitigen Umrichter 2 verbundene zusätzliche Logik 11 ist zur Steuerung einer Korrektur eines Leistungsfaktors des Netzes NETZ durch den lastseitigen Umrichter 2 bestimmt und ausgebildet, und die mit dem netzseitigen Umrichter 1 verbundene zusätzliche Logik 12 ist zur Steuerung einer Korrektur eines Leistungsfaktors des Netzes durch den netzseitigen Umrichter 1 bestimmt und ausgebildet. Somit kann der netzseitig geforderte Leistungsfaktor je nach Betriebsart eingestellt und eingehalten, und der optimale Wirkungsgrad bei Einhaltung der geforderten Normen in Bezug auf Netzrückwirkungen erreicht werden.

Im Rahmen der Sicherung der elektromagnetischen Verträglichkeit dient ein EMV-Filter 9-1 zum Schutz der Last vor energiereichen und schnellen Transienten, und EMV-Filter 9-2 und 9-3 schützen andere an das Netz NETZ angeschlossene Lasten von HF-Störungen, die von der Last 10 bzw. vom lastseitigen Umrichter 2 verursacht würden.

Die drei Betriebsarten der Stromversorgungsanlage bzw. das Verfahren zum ihrem Betrieb wie auch die Umschaltung zwischen den Betriebsarten werden nun unter Bezugnahme auf das in Fig. 6 dargestellte Flussdiagramm beschrieben.

Beim Betrieb der Anlage erfolgt in den Messeinrichtungen 7 und 8 laufend die Messung von Parametern der Netzspannung und des Laststroms. Die von der Last 10 geforderten Toleranzen ELT in Bezug auf die Netzspannung (Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform-Verzerrung) können in der Logik 6 auf die gewünschten Werte eingestellt werden.

Gleich nach dem Start (START) werden der gemessene bzw. die gemessenen Parameter der Netzspannung (Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform-Verzerrung) in der Logik 6 mit den entsprechenden, in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerten verglichen (FRAGE 1).

Bei Einhaltung (FRAGE 1 → JA) der in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung steuert die Logik 6 die Umschalteinheit 3 zur Speisung der Last 10 direkt vom Netz NETZ, d.h. im Netzbetrieb (22). Die Stromversorgungsanlage arbeitet also im Netzbetrieb, so lan-

ge die gemessenen Parameter der Netzspannung innerhalb der von der Last geforderten Toleranzen liegen.

Der netzseitige Umrichter 1 wird während des Netzbetriebs (22) von der Logik 6 abgeschaltet, er generiert somit weder Netzwirkungen noch Verluste.

Der lastseitige Umrichter 2 wird während des Netzbetriebs (22) von der Logik 6 in Betrieb gehalten und von der Logik 11 so gesteuert, dass der Leistungsfaktor des Netzes auf den der Logik 11 eingegebenen vorbestimmten Leistungsfaktorwert korrigiert wird. Somit wirkt der lastseitige Umrichter 2 als Blindleistungskompensator (es können Leistungsfaktoren bis ca. 1 erreicht werden) und gleichzeitig als Ladegerät zur Erhaltung der Schwebeladung des Energiespeichers 4.

Die Netzurückwirkungen sind somit unmittelbar vom Lastbild abhängig.

Bei linearen Lasten mit $\cos \varphi = 1$ sind die Netzurückwirkungen vernachlässigbar klein, und es ist deshalb keine Blindleistungskompensation durch den lastseitigen Umrichter 2 notwendig. So können Wirkungsgrade der gesamten Stromversorgungsanlage bis zu 99% erreicht werden. In der Praxis sind jedoch die empfindlichen Lasten meistens nicht linear mit Leistungsfaktoren $\neq 1$: dann kann der lastseitige Umrichter 2 zur Verminderung von Netzurückwirkungen als Blindleistungskompensator verwendet werden, aber je mehr durch den lastseitigen Umrichter 2 kompensiert wird, desto mehr sinkt der Wirkungsgrad der gesamten Stromversorgungsanlage. Es ist also ein Kompromiss zwischen der Einhaltung der Vorschriften in Bezug auf Netzurückwirkungen und der Erreichung des optimalen Wirkungsgrads notwendig. Dieser Kompromiss ist von Fall zu Fall zu treffen, da die Netzverhältnisse und die Lastarten von Einsatzort zu Einsatzort verschieden sind. Durch die Möglichkeit der Einstellung des Leistungsfaktors in der Logik 11 kann eine Lösung mit optimalem Wirkungsgrad für den gegebenen Einsatzort der Stromversorgungsanlage (gegebene Netzverhältnisse und Verbraucherart) in Abhängigkeit von den einzuhaltenden Vorschriften bezüglich Netzurückwirkungen gefunden werden.

Bei Nicht-Einhaltung (FRAGE 1 $\rightarrow$ NEIN) der in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung werden der gemessene bzw. die gemessenen Parameter des Laststroms (Amplitude, Frequenz, Wellenform-Verzerrung und/oder Kurzschluss) in der Logik 6 mit den entsprechenden, auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerten verglichen (FRAGE 2).

Bei gleichzeitiger Nicht-Einhaltung der auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerte durch den Laststrom (FRAGE 1 $\rightarrow$ NEIN und FRAGE 2 $\rightarrow$ JA), insbesondere bei Detektion von Kurzschluss, steuert die Logik 6 die Umschalteeinheit 3 wiederum zur Speisung der Last 10 direkt vom Netz NETZ, d.h. im Netzbetrieb (22). Die Stromversorgungsanlage arbeitet im Netzbetrieb, solange die auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerte nicht eingehalten werden bzw. ein Kurzschluss vorliegt.

Bei gleichzeitiger Einhaltung der auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerte durch den Laststrom (FRAGE 1 $\rightarrow$ NEIN und FRAGE 2 $\rightarrow$ NEIN)

werden der gemessene bzw. die gemessenen Parameter der Netzspannung (Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform-Verzerrung) in der Logik 6 mit den entsprechenden, in Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerten verglichen (FRAGE 3).

Bei gleichzeitiger Einhaltung der in Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung (FRAGE 1 $\rightarrow$ NEIN und FRAGE 2 $\rightarrow$ NEIN und FRAGE 3 $\rightarrow$ JA) steuert die Logik 6 die Umschalteeinheit 3 und die Umrichter 1 und 2 zur Speisung der Last 10 vom Netz NETZ über die vom Energiespeicher 4 gepufferte Reihenschaltung der Umrichter 1 und 2, d.h. im Online-Betrieb (33). Die Stromversorgungsanlage arbeitet also im Online-Betrieb, sobald und solange die gemessenen Parameter der Netzspannung außerhalb der von der Last geforderten Toleranzen, aber innerhalb der in Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerte liegen, und kein Kurzschluss an der Last detektiert wird.

Dabei erfolgt die Umschaltung vom Netzbetrieb (22) zum Online-Betrieb (33) durch die Umschalteeinheit 3 automatisch und unterbrechungsfrei. Der lastseitige Umrichter 2 wird während des Online-Betriebs (33) von der Logik 6 in Betrieb gehalten und von der Logik 11 so gesteuert, dass er als Spannungsquelle mit stabiler Spannungsamplitude und Spannungsfrequenz auf der Netzfrequenz (beispielsweise 50 Hz) wirkt. Der netzseitige Umrichter 1 wird von der Logik 6 in Betrieb gehalten und von der Logik 12 so gesteuert, dass er als Gleichrichter und zugleich als Blindleistungskompensator mit einem über die Logik 12 einstellbaren Leistungsfaktor wirkt. Der betreffende Leistungsfaktor kann fast 1 erreichen, sodass die Netzurückwirkungen innerhalb der von den Vorschriften erforderten Grenzwerten liegen können.

Da die Last 10 über die Reihenschaltung des netzseitigen Umrichters 1 und des lastseitigen Umrichters 2 gespeist ist, wird der Wirkungsgrad der gesamten Stromversorgungsanlage je nach dem Blindleistungskompensationsgrad durch den netzseitigen Umrichter 1 und dem Belastungsgrad des lastseitigen Umrichters 2 im Allgemeinen im Bereich zwischen 88% und 94% liegen.

Sobald die Parameter der Netzspannung in den Bereich der in Abhängigkeit von der Last 10 gewählten Toleranzwerte zurückkommen (FRAGE 1 $\rightarrow$ JA), wird die Last 10 von der Umschalteeinheit 3 wiederum unterbrechungsfrei und automatisch auf Netzbetrieb (22) umgeschaltet.

Bei Nicht-Einhaltung der Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, insbesondere bei Netzausfall (FRAGE 3 $\rightarrow$ NEIN), steuert die Logik 6 die Umschalteeinheit 3 und die Umrichter 1 und 2 zur unterbrechungsfreien Speisung der Last 10 vom Energiespeicher 4 über den lastseitigen Umrichter 2, d.h. im Energiespeicher-Betrieb (44). Die Energie zur Speisung der Last 10 wird dem Energiespeicher 4 entnommen und über den lastseitigen Umrichter 2, der für die Last 10 als Spannungsquelle mit konstanter Amplitude und Frequenz (beispielsweise 220 V 50 Hz) wirkt, übertragen.

Der netzseitige Umrichter 1 wird während des Energiespeicher-Betriebs (44) von der Logik 6 abgeschaltet, da das Netz nicht vorhanden ist, er generiert somit keine Verluste.

Wenn in Zusammenhang mit dem Netzausfall ein Notstromaggregat, beispielsweise ein Dieselaggregat eingeschaltet wird, schaltet die Logik 6 den netzseitigen Umrichter 1 automatisch ein, die Stromversorgungsanlage arbeitet somit wieder im Online-Betrieb (33) und der Energiespeicher 4 wird von weiterer Entladung geschont. Eventuelle Frequenzschwankungen des Dieselaggregats gelangen nicht zur Last, und durch die von der Logik 12 einstellbare Blindleistungskompensation des netzseitigen Umrichters 1 werden die NetZRückwirkungen gering gehalten.

Der Grundgedanke der erfindungsgemässen flexiblen unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlage liegt darin, bei dauernder Erfüllung der vorgegebenen (geforderten) Lastanforderungen so lange wie möglich die Netzquelle auszunützen (Netzbetrieb), damit langfristig höchste Wirkungsgradwerte erreicht werden.

Durch die Einstellbarkeit der Leistungsfaktor-Korrektur in der Logik 11 für den lastseitigen Umrichter 2 und in der Logik 12 für den netzseitigen Umrichter 1 kann der Wirkungsgrad weiter, unter Berücksichtigung der gegebenen Vorschriften bezüglich NetZRückwirkungen und Lastart (Lastbild), feiner optimiert werden.

Bei «guten» Netzverhältnissen, so wie man sie in Westeuropa findet, wird die erfindungsgemässe flexible unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage durch die Kontrolleinheit 5 hauptsächlich auf Netzbetrieb (22) gesteuert, nur selten auf Online-Betrieb (33), und nur ausnahmsweise in Energiespeicher-Betrieb (44). Bei «mittelmässig-guten» Netzverhältnissen wird die Last 10 öfter vom Netzbetrieb (22) auf Online-Betrieb (33) und umgekehrt geschaltet. Bei «schlechten» Netzverhältnissen wird die Last 10 häufiger im Online-Betrieb als im Netzbetrieb (22) arbeiten.

Es ist zudem möglich, die Betriebsart im Vorhinein zu definieren. Wenn im Vorhinein bekannt ist, dass die Netzverhältnisse schlecht sind bzw. sein werden, kann die Logik 6 so programmiert werden, dass der Online-Betrieb (33) als Hauptbetrieb gilt, während der Netzbetrieb (22) dann zum Hilfsbetrieb wird.

Patentansprüche

1. Stromversorgungsanlage zur unterbrechungsfreien Speisung einer Last (10) von einem Netz (NETZ), mit einem netzseitigen Umrichter (1), einem lastseitigen Umrichter (2), einer Umschalteeinheit (3) sowie einem Energiespeicher (4), wobei ein Ausgang des netzseitigen Umrichters (1), ein Eingang des lastseitigen Umrichters (2) und ein Anschluss des Energiespeichers (4) miteinander verbunden sind, gekennzeichnet durch eine Ausbildung der Umschalteeinheit (3) zur wahlweisen Speisung der Last (10) direkt vom Netz (NETZ), vom Netz (NETZ) über die vom Energiespeicher (4) gepufferte Rei-

henschaltung der Umrichter (1, 2) oder vom Energiespeicher (4) über den lastseitigen Umrichter (2), und durch eine Kontrolleinheit (5) mit einer Logik (6), einer Einrichtung (7) zur Messung mindestens eines Parameters einer Spannung im Netz (NETZ), einer Einrichtung (8) zur Messung mindestens eines Parameters eines Stroms in der Last (10) und einer Einrichtung (ELT) zur Eingabe von vorbestimmten Toleranzwerten in die Logik (6),

wobei die Logik (6) mit den beiden Umrichtern (1, 2) verbunden ist, um diese zu steuern, und dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von den eingegebenen Toleranzwerten und von momentanen Messungen des mindestens einen Parameters der Netzspannung und des mindestens einen Parameters des Laststroms die Umschalteeinheit (3) und die Umrichter (1, 2) so zu betätigen, dass bei den momentan herrschenden Bedingungen am Netz (NETZ) und an der Last (10) eine optimale Speisung der Last (10) gewährleistet ist.

2. Stromversorgungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (7, 8) zur Messung des mindestens einen Parameters der Netzspannung bzw. des Laststroms zur Messung einer Amplitude, einer Frequenz und/oder einer Wellenform-Verzerrung der Netzspannung bzw. des Laststroms ausgebildet ist.

3. Stromversorgungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine mit dem lastseitigen Umrichter (2) verbundene zusätzliche Logik (11), eine Einrichtung zur Eingabe eines vorbestimmten Leistungsfaktorwertes in die mit dem lastseitigen Umrichter (2) verbundene zusätzliche Logik (11), eine mit dem netzseitigen Umrichter (1) verbundene zusätzliche Logik (12) und eine Einrichtung zur Eingabe eines Leistungsfaktorwertes in die mit dem netzseitigen Umrichter (1) verbundene zusätzliche Logik (12), wobei die mit dem lastseitigen Umrichter (2) verbundene zusätzliche Logik (11) zur Steuerung einer Korrektur eines Leistungsfaktors des Netzes (NETZ) durch den lastseitigen Umrichter (2) und die mit dem netzseitigen Umrichter (1) verbundene zusätzliche Logik (12) zur Steuerung einer Korrektur eines Leistungsfaktors des Netzes (NETZ) durch den netzseitigen Umrichter (1) bestimmt und ausgebildet ist.

4. Verfahren zum Betrieb der Stromversorgungsanlage nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Abfolge der Verfahrensschritte von:

Messung mindestens eines Parameters der Netzspannung (START) und Vergleich (FRAGE 1) des gemessenen Parameters bzw. der gemessenen Parameter der Netzspannung mit entsprechenden, vorbestimmten, in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerten;

bei Einhaltung (FRAGE 1 → JA) der in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last direkt vom Netz (22);

bei Nicht-Einhaltung (FRAGE 1 → NEIN) der in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, Messung mindestens eines Parameters des Laststroms und Vergleich (FRAGE 2) des gemessenen Parameters bzw. der

gemessenen Parameter des Laststroms mit entsprechenden, vorbestimmten, auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerten;
bei Nicht-Einhaltung (FRAGE 1 → NEIN; FRAGE 2 → JA) der auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerte durch den Laststrom, Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last direkt vom Netz (22); 5
bei Einhaltung (FRAGE 1 → NEIN; FRAGE 2 → NEIN) der auf den Laststrom bezogenen Toleranzwerte durch den Laststrom, Messung mindestens eines Parameters einer Netzspannung und Vergleich (FRAGE 3) des gemessenen Parameters bzw. der gemessenen Parameter der Netzspannung mit entsprechenden, vorbestimmten, in Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerten; 10
bei Einhaltung (FRAGE 1 → NEIN; FRAGE 2 → NEIN; FRAGE 3 → JA) der in Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last vom Netz über die vom Energiespeicher gepufferte Reihenschaltung der Umrichter (33); und 20
bei Nicht-Einhaltung (FRAGE 1 → NEIN; FRAGE 2 → NEIN; FRAGE 3 → NEIN) der Abhängigkeit von dem netzseitigen Umrichter gewählten Toleranzwerten durch die Netzspannung, Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last vom Energiespeicher über den lastseitigen Umrichter (44). 25
5. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Messung der Netzspannung bzw. des Laststroms hinsichtlich ihrer bzw. seiner Amplitude, Frequenz und/oder Wellenform-Verzerrung. 30
6. Verfahren nach Anspruch 4 zum Betrieb der Stromversorgungsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass, 35
im Falle der Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last direkt vom Netz (22) aufgrund der Einhaltung der in Abhängigkeit von der Last gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, die mit dem lastseitigen Umrichter (2) verbundene zusätzliche Logik (11) in Abhängigkeit von dem ihr eingegebenen vorbestimmten Leistungsfaktorwert den lastseitigen Umrichter (2) so steuert, dass der Leistungsfaktor des Netzes (NETZ) auf den eingegebenen vorbestimmten Leistungsfaktorwert korrigiert wird, und im Falle der Steuerung der Umschalteeinheit und der Umrichter zur Speisung der Last vom Netz (33) über die vom Energiespeicher gepufferte Reihenschaltung der Umrichter aufgrund der Einhaltung der für das Netz gewählten Toleranzwerte durch die Netzspannung, die mit dem netzseitigen Umrichter (1) verbundene zusätzliche Logik (12) in Abhängigkeit von dem ihr eingegebenen vorbestimmten Leistungsfaktorwert den netzseitigen Umrichter (1) so steuert, dass der Leistungsfaktor des Netzes (NETZ) auf den eingegebenen vorbestimmten Leistungsfaktorwert korrigiert wird. 40
45
50
55
60

65

Fig. 1

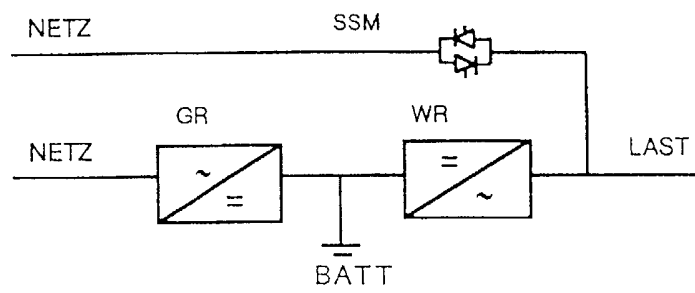


Fig. 2

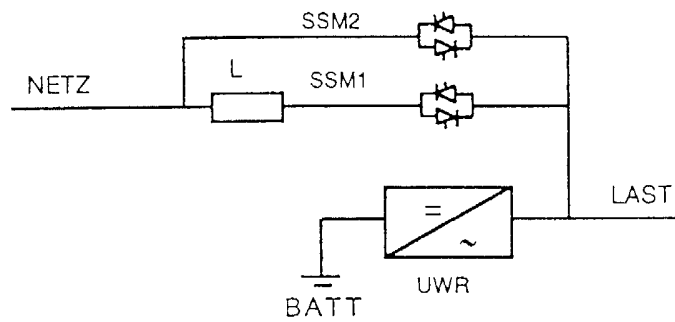


Fig. 3

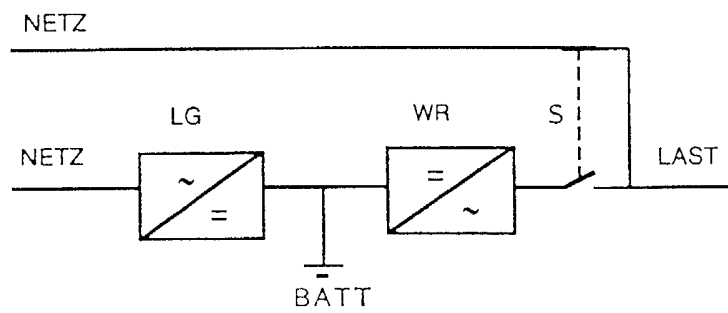


Fig. 4

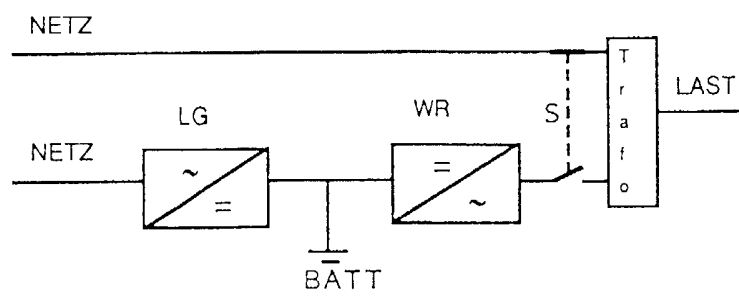


Fig. 5

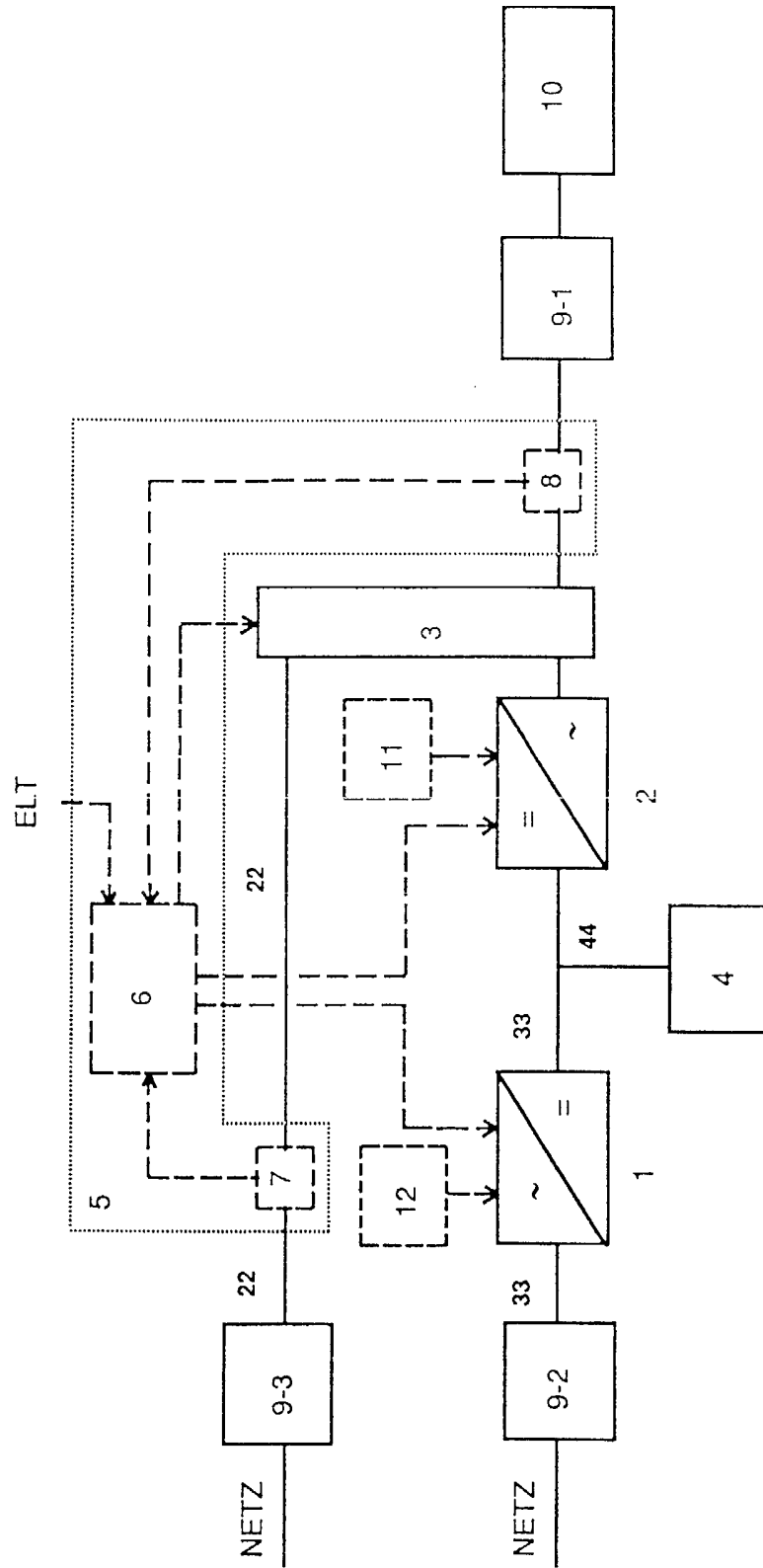


Fig. 6

