

1. Schaltungsanordnung zur Speisung einer elektrischen Last (20, 20a) aus einer elektrischen Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit, wobei eine Speisevorrichtung (19, 19a), die mit einem Versorgungsspannungseingang an die Energiequelle angeschlossen ist und mit ihrem Ausgang an eine Last (20, 20a) geführt ist, eine ein Stellglied und eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung zur Steuerung des Stellgliedes enthaltende Einrichtung zur Anpassung der Leistungsaufnahme an die Ergiebigkeit der Energiequelle aufweist, und wobei ein Hilfsspannungseingang (e 2, e 3) der Speisevorrichtung (19, 19a) an eine aus der Energiequelle gespeiste Vorrichtung zur Hilfsspannungserzeugung angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß an die Energiequelle eine Umschaltevorrichtung (U 1, U 2) zum wahlweisen Verbinden einer Vorlast (11) oder des Hilfsspannungseinganges (e 2, e 3) der Speisevorrichtung (19, 19a) mit der Energiequelle angeschlossen ist und daß die Umschaltevorrichtung (U 1, U 2) durch die Spannung der Energiequelle derart steuerbar ist, daß bei Spannungen unterhalb eines vorgegebenen Mindestwertes der Spannung der Energiequelle, der für einen sicheren Betrieb der Speisevorrichtung (19, 19a) erforderlich ist, die Vorlast (11) und bei Spannungen oberhalb des vorgegebenen Mindestwertes die Vorrichtung zur Hilfsspannungserzeugung an die Energiequelle angeschlossen ist und daß die durch die Vorlast (11) und durch die hilfsspannungsfreie Speisevorrichtung gebildete Belastung gleich oder größer bemessen ist als die aus der Vorrichtung zur Hilfsspannungserzeugung und der mit Hilfsspannung versorgten Speisevorrichtung (19, 19a) resultierende Belastung der Energiequelle.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltevorrichtung (U 1, U 2) einen Referenzspannungsgeber (3, 4), einen an die Energiequelle angeschlossenen Spannungsteiler (5, 6) und einen an den Referenzspannungsgeber (3, 4) und an einen Abgriff des Spannungsteilers (5, 6) angeschlossenen Komparator (9) enthält und daß an den Komparator (9) der Steuerungseingang eines in Serie zur Vorlast (11) angeordneten ersten elektronischen Schalters (Feldeffekttransistor 12) angeschlossen ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler (5, 6) mit einer durch die Umschaltevorrichtung (U 1, U 2) derart steuerbaren Vorrichtung (7, 8) zur Veränderung seines Teilverhältnisses versehen ist, daß bei Anschalten der Vorlast (11) an die Energiequelle die am Abgriff des Spannungsteilers (5, 6) liegende Spannung reduziert wird.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (7, 8) zur Veränderung des Teilverhältnisses durch einen zwischen dem Verbindungspunkt von erstem elektronischem Schalter (Feldeffekttransistor 12) und Vorlast (11) einerseits und dem am Spannungsteiler (5, 6) liegenden Eingang des Komparators (9) andererseits angeordneten Rückkopplungszweig gebildet ist, der eine Diode (7) und einen dazu in Serie angeordneten Widerstand (8) enthält.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschal-

tevorrichtung (U 1) einen zweiten elektronischen Schalter (Transistor 16) enthält, dessen Schaltstrecke zwischen der Energiequelle und dem Hilfsspannungseingang (e 2) der Speisevorrichtung (19) angeordnet ist und dessen Steuerelektrode über einen Inverter am Komparator (9) angeschlossen ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Inverter durch einen weiteren Komparator (13) gebildet ist, der mit dem einen Eingang an eine Referenzspannungsquelle (Z-Diode 4) und mit dem anderen Eingang an den Verbindungspunkt des ersten elektronischen Schalters (Feldeffekttransistor 12) mit der Vorlast (11) angeschlossen ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektrode des zweiten elektronischen Schalters (Transistor 16), dessen Schaltstrecke an einen Ausgangsanschluß der Energiequelle angeschlossen ist, über einen Referenzspannungsgeber (Z-Diode 15) an den anderen Ausgangsanschluß der Energiequelle geführt ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Hilfsspannungseingang (e 3) der Speisevorrichtung (19a) ein Hilfsumrichter (18) vorgeschaltet ist, der mit einem Freigabeeingang (e 5) an den Ausgang des Komparators (9) angeschlossen ist.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiequelle durch einen Solargenerator (1) und die Speisevorrichtung (19, 19a) durch einen Gleichspannungsumrichter gebildet ist.

Beschreibung

Schaltungsanordnung zur Speisung einer elektrischen Last aus einer elektrischen Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit

Die Erfindung bezieht sich auf eine wie im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebene Schaltungsanordnung. Als Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit kann dabei insbesondere ein Solargenerator dienen.

Eine derartige Schaltungsanordnung ist bereits aus der Zeitschrift Elektronik 19/21.09.1984, Seite 96 bekannt.

Bei der bekannten Schaltungsanordnung ist an einen Solargenerator ein Schaltregler angeschlossen, mit dessen Hilfe die Ausgangsspannung der Schaltungsanordnung auf einem vorgegebenen Wert gehalten wird. Mit Hilfe der bekannten Schaltungsanordnung soll dem Solargenerator dadurch ein Maximum an Leistung abgewonnen werden, daß die in Verbindung mit einer Spannungsregelung wirksame Referenzspannung bei sich ändernder Lichteinstrahlung durch eine Fotodiode entsprechend beeinflußt wird.

Ferner ist aus der E-AI-02 06 253 bereits eine Schaltungsanordnung zur Speisung einer elektrischen Last aus einem Solargenerator bekannt, die eine Einrichtung zur Anpassung der Leistungsaufnahme an die Ergiebigkeit der Energiequelle aufweist. Die gewünschte Anpassung wird dadurch erreicht, daß ein Stellglied durch eine Steuerschaltung so gesteuert wird, daß der dem Solargenerator entnommene Strom in einem vorgegebenen Verhältnis zum jeweiligen Meßwert des Kurzschlußstromes ist.

Eine Anlaufschaltung ist bei den genannten Schaltungsanordnungen nicht vorgesehen.

Die Leistungsfähigkeit von Solargeneratoren ist von der Intensität der Sonnenstrahlung abhängig. Z.B. morgens bei Sonnenaufgang wird die Energie für einen sicheren Anfangsbetrieb nicht ausreichen und durch Dunst oder Wolken beeinflusst nur zögernd Werte annehmen, die zu einer Nutzbarmachung ausreichen.

Ladeumrichter mit elektronischen Schaltern können dabei beim Anlauf Betriebszustände durchlaufen, die gefährlich für die Schaltung sein können, weil z.B. die Ansteuerung der Leistungsschalter noch ungenügend ist und/oder die Steuerelektronik zu niedrige Arbeitsspannungen besitzt.

Ähnliche Probleme ergeben sich dann, wenn durch Wasserkraft oder Windenergie getriebene Generatoren als Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit Verwendung finden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine wie im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebene Schaltungsanordnung derart auszubilden, daß sie einen sicheren Anfangsbetrieb gewährleistet.

Gemäß der Erfindung wird die Schaltungsanordnung zur Lösung dieser Aufgabe in der im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Weise gelöst. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ergibt sich der Vorteil, daß im gesamten Leistungsbereich der Energiequelle ein sicherer Betrieb der Schaltungsanordnung gewährleistet ist.

Die Speisevorrichtung ist im hilfsspannungsfreien Zustand bzw. bei Hilfsspannungen unterhalb eines vorgegebenen Mindestwertes praktisch passiv und wird durch Anlegen der Hilfsspannung eingeschaltet. Liegt keine Hilfsspannung an, so nimmt die Speisevorrichtung praktisch keinen Strom auf. Dies ergibt sich insbesondere dadurch, daß elektronische Schalter verwendet werden, die durch Ansteuermittel in den leitenden Zustand übergeführt werden und ohne Ansteuerung hochohmig sind.

Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung, bei der ein Komparator die Spannung der Energiequelle mit einer Referenzspannung vergleicht und gegebenenfalls die Vorlast anschaltet, geht aus Patentanspruch 2 hervor.

Durch die Maßnahmen nach Patentanspruch 3 ergibt sich für die Umschaltevorrichtung eine Hysterese, so daß in vorteilhafter Weise ein besonders stabiler Betrieb gewährleistet ist.

Ausgehend von der Weiterbildung nach Anspruch 3 kann man zur Veränderung des Teilverhältnisses einen Teilwiderstand des Spannungsteilers kurzschließen. Bevorzugte Maßnahmen zur Erzielung der gewünschten Hysterese gehen aus Patentanspruch 4 hervor.

Bei der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 5 besteht der Umschalter, mit dessen Hilfe wahlweise der Hilfsspannungseingang der Speisevorrichtung oder die Vorlast an die Energiequelle angeschlossen wird, aus zwei elektronischen Schaltern. Diese Schaltungsanordnung ermöglicht in vorteilhafter Weise eine durchgehende Masseleitung zwischen Energiequelle und Speisevorrichtung.

Die weitere Ausgestaltung nach Anspruch 6 sieht einen weiteren Komparator vor. Ausgehend davon, daß integrierte Schaltkreise mit mehreren Komparatoren üblich sind, ist hiermit praktisch kein zusätzlicher Aufwand verbunden.

Die Maßnahmen nach Anspruch 7 haben den Vorteil, daß der zweite elektronische Schalter zugleich Bestandteil einer Stabilisierungsschaltung zur Stabilisierung der Hilfsspannung ist. Dabei dient als Referenzspannungs-

geber insbesondere eine Z-Diode.

Durch die Maßnahmen nach Anspruch 8 ergibt sich eine Schaltungsanordnung, bei der ein Hilfsrichter, der insbesondere aus Gründen einer Potentialtrennung ohnehin vorgesehen ist, zugleich die Funktion des zweiten elektronischen Schalters übernimmt. Je nach Größe und/oder Polarität der für die Freigabe bzw. Sperrung vorgesehenen Spannungen kann der Freigabeeingang unmittelbar oder über eine entsprechende Steuerschaltung an den Komparator angeschlossen sein.

Die Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit ist insbesondere durch einen Solargenerator, die Speisevorrichtung insbesondere durch einen Gleichspannungs Gleichspannungsumrichter gebildet.

Die Erfindung wird anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

In den Fig. 1 und 2 sind Schaltungsanordnungen zur Speisung einer elektrischen Last aus einem Solargenerator dargestellt. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung mit Anlaufschaltung und Hilfsversorgung für einen Ladeumrichter ohne galvanische Trennung und

Fig. 2 eine Schaltungsanordnung und Hilfsversorgung für einen Ladeumrichter mit galvanischer Trennung von Hilfsspannung und Speisespannung. In

Die in Fig. 1 gezeigte Schaltungsanordnung dient zur Speisung der elektrischen Last 20 aus dem Solargenerator 1, d.h. aus einer elektrischen Energiequelle mit schwankender Leistungsfähigkeit. Die Schaltungsanordnung enthält eine Anlaufschaltung und eine Vorrichtung zur Hilfsspannungsversorgung für die Speisevorrichtung 19. Eine galvanische Trennung von Hilfsspannung und Speisespannung ist dabei nicht vorgesehen.

Die Speisevorrichtung 19, insbesondere ausgebildet als Gleichspannungs-Gleichspannungs- bzw. Ladeumrichter, ist mit ihrem Versorgungsspannungseingang e 1 an den Solargenerator 1 angeschlossen und mit ihrem Ausgang an die Last 20 geführt. Der Hilfsspannungseingang e 2 der Speisevorrichtung 19 ist ebenfalls, und zwar über den Transistor 16, an den Solargenerator 1 angeschlossen.

Die Speisevorrichtung 19 enthält — was in Fig. 1 nicht dargestellt ist — ein Stellglied und eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung zur Steuerung des Stellgliedes. Einzelheiten der Speisevorrichtung 19 gehen aus Fig. 3 hervor.

Parallel zum Solargenerator 1, dessen Pluspol an Masse gelegt ist, liegt der Kondensator 2. An die Parallelschaltung des Solargenerators 1 mit dem Kondensator 2 ist die Umschaltevorrichtung U 1 angeschlossen. Die Umschaltevorrichtung U 1 dient dazu, in Abhängigkeit von der jeweiligen Spannung des Solargenerators 1 entweder die Vorlast 11 oder den Hilfsspannungseingang e 2 der Speisevorrichtung 19 mit dem Solargenerator 1 zu verbinden.

Die Umschaltevorrichtung U 1 wird durch die Spannung des durch die Vorlast 11 bzw. durch den Hilfsspannungseingang e 2 der Speisevorrichtung 19 belasteten Solargenerators 1 gesteuert. Diese Steuerung erfolgt derart, daß bei Spannungen unterhalb eines vorgegebenen Mindestwertes, der für einen sicheren Betrieb der Speisevorrichtung 19 erforderlich ist, die Vorlast 11 und bei Spannungen oberhalb des vorgegebenen Mindestwertes der Hilfsspannungseingang e 2 der Speisevorrichtung 19 an den Solargenerator 1 angeschlossen ist. Die Vorlast 11 ist gleich oder größer bemessen als die durch leerlaufende Speisevorrichtung 19 gebildete Belastung des Solargenerators. Wird die Speisevorrichtung

19 nicht mit der Hilfsspannung beaufschlagt, so weist sie an ihrem Versorgungsspannungseingang e 1 einen gegenüber der Vorlast 11 wesentlich größeren Widerstand auf.

Der in der Umschaltvorrichtung U 1 enthaltene Komparator 9 ist mit seinem Plusseingang an einen Referenzspannungsgeber und mit seinem Minuseingang an den Abgriff eines Spannungsteilers angeschlossen. Als Referenzspannungsgeber dient die Z-Diode 4, die über den Widerstand 3 an den Solargenerator 1 angeschlossen ist. Der Spannungsteiler besteht aus den Widerständen 5 und 6 und ist ebenfalls mit dem Solargenerator 1 verbunden.

An den Ausgang des Komparators 9 ist die Steuerelektrode des Feldeffekttransistors 12 angeschlossen. Der Feldeffekttransistor 12 bildet den ersten elektronischen Schalter der Umschaltvorrichtung U 1. Die aus der Vorlast 11 und der Source-Drain-Strecke des Feldeffekttransistors 12 bestehende Serienschaltung ist an den Solargenerator 1 angeschlossen. Die Steuerelektrode des Feldeffekttransistors 12 ist über den Widerstand 10 an den Pluspol des Solargenerators 1 geführt.

Der aus den Widerständen 5 und 6 bestehende Spannungsteiler ist mit einer durch die Umschaltvorrichtung U 1 steuerbaren Vorrichtung 7 zur Veränderung seines Teilverhältnisses versehen. Diese Vorrichtung, die das Teilverhältnis im Sinne einer Hysterese ändert, ist durch einen Rückkopplungsweig gebildet, der zwischen dem Verbindungspunkt des Feldeffekttransistors 12 und der Vorlast 11 einerseits und dem am Minuseingang des Komparators 9 andererseits angeordnet ist und der die Diode 7 und den dazu in Serie angeordneten Widerstand 8 enthält. Die Diode 7 ist so gepolt, daß sie bei leitendem Feldeffekttransistor 12 sperrt und bei gesperrtem Feldeffekttransistor leitet.

Die Umschaltvorrichtung U 1 enthält ferner den als zweiter elektronischer Schalter dienenden bipolaren Transistor 16. Der Transistor 16 ist mit seinem Kollektor an den Minuspol des Solargenerators 1 angeschlossen und mit seinem Emitter an den Hilfsspannungseingang e 2 der Speisevorrichtung 19 geführt. Die Basis des Transistors 16 ist über die als Referenzspannungsgeber dienende Z-Diode 15 an den Pluspol des Solargenerators 1 geführt. Die Emitter-Kollektor-Strecke des Transistors 16 bildet die Schaltstrecke des zweiten elektronischen Schalters der Umschaltvorrichtung U. Der Verbindungspunkt der Basis des Transistors 16 mit der Anode der Z-Diode 15 ist an den weiteren Komparator 13 angeschlossen. Der Komparator 13 ist mit seinem Plusseingang an die als Referenzspannungsquelle dienende Z-Diode 4 und mit seinem Minuseingang an den Verbindungspunkt von Feldeffekttransistor 12 und Vorlast 11 angeschlossen. Zwischen dem Hilfsspannungseingang e 2 und Masse liegt der Kondensator 17.

Die Speisevorrichtung 19 ist vorzugsweise ein für den Solargenerator 1 als Verbraucher dienender Ladeumrichter. Dieser benötigt am Anfang, ohne in den zu speisenden Akku Energie zu liefern, für sich selbst Energie. Dabei wird der Solargenerator anfangs mit der Ersatzlast 11 belastet, die mindestens ebenso viel Energie aufnimmt wie die Hilfsenergie, die der Ladeumrichter braucht, um die Spannung des Solargenerators 1 zu messen. Die Ersatzlast 11 ist vorzugsweise größer als die durch den Hilfsspannungseingang des Laderichters vorgegebene Last.

Steigt die Spannung trotz der vorzugsweise erhöhten Vorlast über eine Schwelle an, die einen sicheren Betrieb gewährleistet, so wird die Hilfsversorgung für den

Ladeumrichter freigegeben und gleichzeitig die Vorlast 11 unterbrochen. Dadurch springt die Spannung des Solargenerators auf einen höheren Wert und die Speisevorrichtung bzw. der Ladeumrichter beginnt zu arbeiten. Da die Speisevorrichtung eine Einrichtung zur Anpassung der Leistungsaufnahme an die Ergebligkeit der Energiequelle aufweist und somit immer nur den einer maximalen Leistung entsprechenden Strom aufnimmt, arbeitet die Speisevorrichtung unabhängig von der daran angeschlossenen Last weiter. Bei abnehmender Leistung des Solargenerators 1 schaltet die Anlaufschaltung an der unteren Betriebsgrenze die Vorlast 11 wieder ein und die Hilfsversorgung aus. Ist die aus Vorlast und — praktisch vernachlässigbaren — Sperrströmen der Speisevorrichtung gebildete Belastung größer als die durch die Hilfsspannungsversorgung und den Ladeumrichter gebildete Belastung, so bricht die Generatorspannung weiter zusammen. Auf diese Weise ergeben sich besonders stabile Schaltzustände.

Die Spannung des Solargenerators 1 wird über den Spannungsteiler 3, 4 mit der Referenzspannung an der Z-Diode 4 von dem Komparator 9 verglichen. Ist die Generatorspannung zu klein, dann ist der als Leistungsschalter dienende Feldeffekttransistor 12 niederohmig und die durch den Widerstand 11 gebildete erhöhte Vorlast wirksam. Der bipolare Transistor 16 ist dabei gesperrt.

Steigt die Generatorspannung über die vorgegebene Schwellenspannung an, die z.B. bei einem 36-V-Solargenerator 20 V betragen kann, dann sperrt der Transistor 12 und der Transistor 16 schaltet durch und liefert Hilfsenergie für die durch einen Ladeumrichter gebildete Speisevorrichtung 19. Mittels des Widerstandes 8 wird eine Hysterese erzielt. Der Widerstand 8 ist derart bemessen, daß die Umschaltvorrichtung erst bei einer niedrigen Schwellenspannung von ca. 15 V auf die Ersatzlast zurückschaltet.

Die in Fig. 2 gezeigte Schaltungsanordnung stimmt mit der nach Fig. 1 weitgehend überein. Abweichend von der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 ist eine galvanische Trennung von Hilfsspannung und Versorgungsspannung vorgesehen.

Zu diesem Zweck ist für die Hilfsspannungsversorgung der Hilfsumrichter 18 vorgesehen, der beim Abschalten der Vorlast 11 freigegeben wird und dessen dreipoliger Ausgang an den ebenfalls dreipoligen Hilfsspannungseingang e 3 der Speisevorrichtung 19a geführt ist. Der Hilfsumrichter 18 ist mit seinem Speiseeingang e 4 an den Solargenerator angeschlossen und wird daher aus dem Solargenerator 1 gespeist.

Der Hilfsumrichter 18 liegt ferner mit seinem Freigabeingang e 5 an der Drainelektrode des Feldeffekttransistors 12 und ist über den Feldeffekttransistor 12, d.h. mittelbar an den Komparator 9 angeschlossen. Abweichend von Fig. 2 kann er über einen Inverter oder bei geeignetem Freigabeingang unmittelbar an den Ausgang des Komparators 9 angeschlossen werden.

Der Hilfsumrichter 18 wird durch den Feldeffekttransistor 12 je nach Spannung des Solargenerators 1 ein- oder ausgeschaltet. Der Hilfsumrichter 18 liefert nur bei entsprechender Ansteuerung Hilfsspannung und hat daher zugleich die Funktion des zweiten elektronischen Schalters der Schaltungsanordnung nach Fig. 1. Die in Fig. 2 gezeigte Schaltungsanordnung weist somit die Bauteile 12, 13, 14 und 15 der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 nicht auf.

3725476

1/1

FIG 1

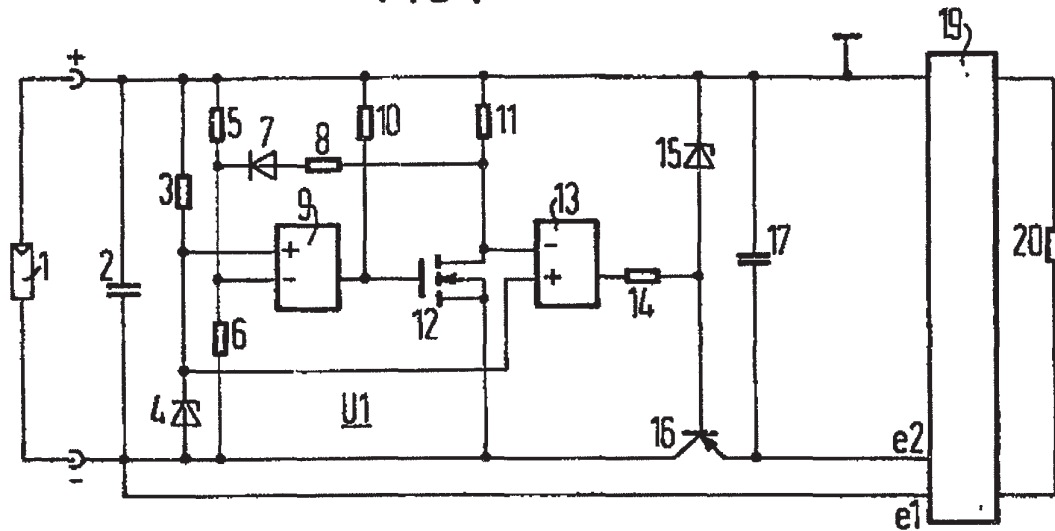


FIG 2

