

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2027/92

(51) Int.Cl.⁶ : **H02M 3/156**
H02M 1/12

(22) Anmeldetag: 14.10.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1996

(45) Ausgabetag: 25. 2.1997

(56) Entgegenhaltungen:

EP 0298562A2 DD 227839A

(73) Patentinhaber:

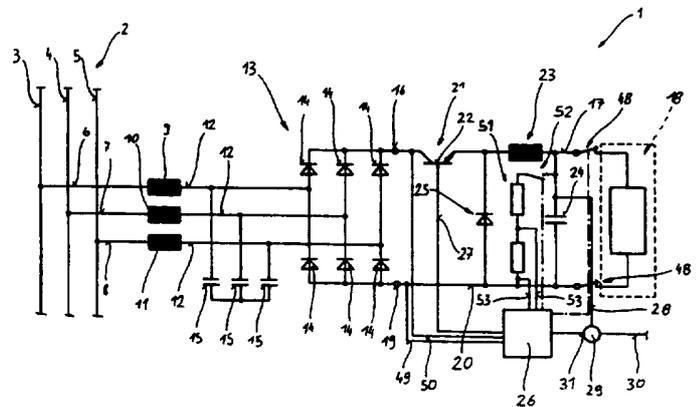
FRONIUS SCHWEISSMASCHINEN KG. AUSTRIA
A-4600 WELS/THALHEIM, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

KOLAR JOHANN
WIEN (AT).
ERTL HANS DIPL.ING.
MAUERKIRCHEN, SALZBURG (AT).

(54) **STEUEREINRICHTUNG FÜR DIE ENERGIEVERSORGUNG EINES VERBRAUCHERKREISES EINES GLEICHSTROMVERBRAUCHERS UND EIN VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER DERARTIGEN STEUEREINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung (1) für die Energieversorgung eines Verbraucherkreises (17) eines Gleichstromverbrauchers mit einem zwischen einem Wechselspannungsnetz (2) und einem Verbraucherkreis (18) angeordneten Gleichrichter (13). Bei dieser sind zwischen dem Gleichrichter (13) und den Phasen (3 bis 5) des Wechselspannungsnetzes Induktivitäten angeordnet. Zwischen dem Gleichrichter (13) und dem Verbraucherkreis (18) ist weiters parallel zum Verbraucher ein elektrischer Energiespeicher (24) angeordnet. Weiters ist zwischen dem Brückengleichrichter (13) und dem Verbraucherkreis (18) ein Energieversorgungskreis angeordnet. Dieser ist über eine Schaltvorrichtung (21) intermittierend mit dem Brückengleichrichter (13) verbindbar und weist einen durch eine Induktivität (23) gebildeten Energiespeicher auf, der zwischen der Schaltvorrichtung (21) und dem elektrischen Energiespeicher (24) angeordnet ist. Dieser ist über eine, insbesondere durch eine Freilaufdiode gebildete Sperrvorrichtung (25) bei geöffneter Schaltvorrichtung (21) an den elektrischen Energiespeicher (24) angeschlossen und bildet einen Energieversorgungskreis. Der elektrische Energiespeicher (24) ist zwischen der Induktivität (23) und dem Verbraucherkreis (18) angeordnet und zu diesem parallel geschaltet. Die Schaltvorrichtung (21) ist zumindest dann, wenn eine Spannung im Verbraucherkreis (18) der minimalen Sollspannung entspricht, oder höher ist als diese geschlossen wird.



Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung für die Energieversorgung eines Verbraucherkreises eines Gleichstromverbrauchers mit einem zwischen einem Wechselspannungsnetz und einem Verbraucherkreis angeordneten Brückengleichrichter und einem zwischen dem Brückengleichrichter und dem Verbraucherkreis angeordneten Energieversorgungskreis und mit einem Energiespeicherkreis bei der der Energieversorgungskreis einen durch eine Induktivität gebildeten Energiespeicher aufweist, der zwischen einer Schaltungsvorrichtung und dem elektrischen Energiespeicher angeordnet ist, der über eine, insbesondere durch eine Freilaufdiode gebildete Sperrvorrichtung bei geöffneter Schaltungsvorrichtung an den elektrischen Energiespeicher angeschlossen ist und der elektrische Energiespeicher zwischen der Induktivität und dem Verbraucherkreis angeordnet und zu diesem parallel geschaltet ist.

Aus der EP-A2-0 298 562 ist eine Steuereinrichtung für die Energieversorgung eines Verbraucherkreises eines Gleichstromverbrauchers bekannt, bei der zwischen einem Wechselspannungsnetz und einem Verbraucherkreis ein Brückengleichrichter und zwischen dem Brückengleichrichter und dem Verbraucherkreis ein Energieversorgungskreis angeordnet ist. Der Energieversorgungskreis weist dabei einen Energiespeicher, der aus einer Induktivität gebildet ist auf. Zwischen dem Brückengleichrichter und dem Energiespeicher ist weiters eine Schaltungsvorrichtung, die durch einen Schalter gebildet ist, angeordnet. Weiters ist zwischen dem Brückengleichrichter und der Schaltungsvorrichtung ein weiterer Energiespeicher, der durch einen Kondensator gebildet ist, parallel zum Brückengleichrichter angeordnet. In den Energiespeicher wird aus dem Wechselspannungsnetz in bestimmten Zeitintervallen Energie eingespeist. Eine Ansteuerschaltung steuert die Schaltungsvorrichtung periodisch an, wodurch die Energie vom Kondensator in die Induktivität fließen kann. Die Ansteuerschaltung schaltet jedoch die Schaltungsvorrichtung nur außerhalb der Zeitintervalle, in denen das Wechselspannungsnetz mit dem Kondensator verbunden ist. Nachteilig ist bei diesem Verfahren, daß durch die Anordnung der Induktivität zwischen dem Verbraucherkreis und dem Brückengleichrichter, bei Überlastung eines Netzes unerwünschte Netzzrückwirkungen entstehen.

Weiters ist eine Steuereinrichtung für die Energieversorgung eines Verbraucherkreises eines Gleichstromverbrauchers gemäß DE-A1-227 839 bekannt, bei der die Schaltungsvorrichtung aus einem aus mehreren Schalttransistor, einer Freilaufdiode und einer Speicherdrossel aufgebauten Flußwandler besteht. Zwischen der Speicherdrossel und dem Verbraucherkreis ist weiters ein Ladekondensator parallel zum Verbraucherkreis angeordnet. Der Schalttransistor wird durch einen Steuergenerator so getastet, daß die Ausgangsspannung den 0,4-fachen Spitzenwerte der gleichgerichteten Netzwechselspannung nicht überschreitet, sodaß die Drossel, die zwischen dem Wechselspannungsnetz und dem Brückengleichrichter angeordnet ist, zur Beseitigung von Hochfrequenzstörungen und zur Dämpfung der Netzfrequenz dient.

Es ist aber auch bereits bekannt, daß für die Umwandlung von Drehstromenergie - in Gleichstromenergie - die eine der wichtigsten Anwendungen der Stromrichtertechnik darstellt - aufgrund der einfachen Realisierbarkeit und der geringen Kosten netzgeführte Schaltung in Form ungesteuerter, halbgesteuerter oder vollgesteuerter Drehstrom-Brückenschaltungen eingesetzt werden. Nachteilig ist das Netzverhalten derartiger Drehstrom-Brückenschaltungen, da dabei hohe niederfrequente netzstromharmonische Schwingungen auftreten und eine Belastung des Netzes mit Verzerrungs- und Grundschwingungs-Blindleistung (Steuer- und Komotierungs-Blindleistung) bewirken. Stromüberschwingungen führen über entsprechende Spannungsabfälle an der inneren Impedanz des speisenden Netzes zu einer Verzerrung der am Einspeisepunkt auftretenden Spannung und damit gegebenenfalls zu einer Beeinflussung anderer, an diesem Verknüpfungspunkt liegender Verbraucher. In Verbindung mit der hohen Oberschwingungsgrundbelastung des öffentlichen Niederspannungsnetzes durch zweipulsige Gleichrichterschaltungen von Massengeräten kommt diesem Punkt besondere Bedeutung zu. Man hat zwar bereits versucht, diese Netzzrückwirkungen zu vermindern, die im einfachsten Fall über Drosselspulen in den Netzzuleitungen, eine gleichspannungsseitig angeordnete Glättungsinduktivität oder allgemein durch passive Filterkreise vorgenommen werden. Nachteilig ist aber dabei, daß dadurch die Baugröße und das Gewicht des Stromrichters (Systemkosten) erheblich erhöht wird und die Gefahr, daß Netzresonanzen auftreten sehr hoch ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Steuereinrichtung für Gleichstromverbraucher zu schaffen, die Rückwirkungen in das Wechselspannungsnetz möglichst ausschaltet und trotzdem eine geringe Baugröße der Steuereinrichtung ermöglicht.

Diese Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen dem Brückengleichrichter und den Phasen des Wechselspannungsnetzes Induktivitäten angeordnet sind und daß die Schaltungsvorrichtung zumindest dann, wenn eine Spannung im Verbraucherkreis der minimalen Sollspannung entspricht, oder höher ist als diese den Energieversorgungskreis intermittierend mit dem Brückengleichrichter verbindet und daß zwischen dem Brückengleichrichter und den in Richtung des Wechselspannungsnetzes angeordneten Induktivitäten zwischen den Phasen und einem Sammelpunkt bzw. zwischen der Phase und einem Nulleiter ein elektrischer Energiespeicher angeordnet ist. Durch diese Lösung wird mit Vorteil erreicht, daß innerhalb jeder Pulsperiode, also kontinuierlich über die Grundschwingungsperiode, ein

Leistungsfluß zwischen Netz- und Gleichspannungsseite möglich ist und der über eine Pulsperiode gemittelte Spannungsverlauf an den den Brückengleichrichter vorgeschalteten Kondensatoren neben der Grundschwingung nur kleine Amplituden niederfrequenter, harmonischer Schwingungen aufweist, sodaß ein näherungsweise sinusförmiger, in Phase mit der jeweiligen Phasenspannung liegender Netzstrom erreicht wird. In überraschend einfacher Weise und völlig unvorhergesehen werden dadurch die bei einfachen Diodengleichrichtern auftretenden hohen Pulsströme in den Netzzuleitungen vermieden. Außerdem wird durch diese Lösung die Möglichkeit eröffnet, den Leistungsfluß von der Wechselspannungs- auf die Gleichspannungsseite über das Verhältnis von Ein- zur Ausschaltzeit, nämlich das Tastverhältnis der Schaltungsvorrichtung den jeweiligen Lastverhältnissen anzupassen. Dadurch ist es nunmehr möglich, beispielsweise Batterieladegeräte, Schweißstromquellen, Netzgleichrichter von Schaltnetzteilen hoher Leistung und die Speisung von Gleichstrommaschinen vorzunehmen, ohne daß es zu die Funktion des Wechselspannungsversorgungsnetzes beeinträchtigenden Rückwirkungen in dieses Wechselspannungsnetz kommt. Vorteilhaft ist weiters, daß diese erhebliche Verbesserung bei der erfindungsgemäßen Schaltungseinrichtung mit nur einem geringen Mehraufwand an Schaltteilen erzielt werden kann.

Vorteilhaft ist auch eine Ausführungsvariante, bei der die die Schalteinrichtung zwischen der Induktivität und dem elektrischen Energiespeicher durch eine zum elektrischen Energiespeicher parallel geschaltete Sperrvorrichtung gebildet ist, da damit ein kontaktloses Steuerorgan geschaffen wird, welches bei den hochfrequenten Schaltvorgängen eine hohe Lebensdauer bei äußerst kurzen Schaltzeiten ermöglicht.

Einer anderen Ausführungsform entsprechend ist es möglich, daß der elektrische Energiespeicher mit der Schaltungsvorrichtung, und einem Tiefpaßfilter und dem Verbraucherkreis in Serie geschaltet ist und zwischen der zum Verbraucherkreis parallel geschalteten Induktivität und der Sperrvorrichtung, z.B. einer Freilaufdiode angeordnet ist, wodurch eine zusätzlich Glättung der Gleichspannung im Gleichspannungskreis aufgrund des zusätzlich angeordneten Tiefpaßfilters erzielt werden kann.

Möglich ist aber auch, daß zwischen der parallel zum Verbraucherkreis geschalteten Induktivität und der Sperrvorrichtung, z.B. der Freilaufdiode ein Übertrager angeordnet ist und sowohl zwischen der Induktivität und dem Übertrager als auch zwischen diesem und der Sperrvorrichtung jeweils ein elektrischer Energiespeicher angeordnet ist, die erfindungsgemäßen Vorteile bei einer Schaltung mit einer Potentialtrennung einzusetzen, wobei als weiterer Vorteil hinzu kommt, daß die Baugröße dieses System gegenüber einer netzfrequenten Potentialtrennung erheblich reduziert werden kann.

Vorteilhaft ist auch eine Weiterbildung, bei der in jeder der beiden am negativen und positivem Potential anliegenden Leitungen eine Schaltungsvorrichtung und je ein Schaltungsteil bestehend aus der Induktivität der Sperrvorrichtung und dem elektrischen Energiespeicher angeordnet ist und daß die Sperrvorrichtung und die elektrischen Energiespeicher parallel zum Verbraucherkreis geschaltet sind und zwischen diesen über eine Verbindungsleitung miteinander verbunden sind, da dadurch bei gleicher Leistung mit schwächer dimensionierten Bauteilen das Auslangen gefunden werden kann und bei geringfügig größer dimensionierten Bauteilen eine höhere Betriebssicherheit und Lebensdauer der gesamten Steuereinrichtung erzielt werden kann.

Weiters ist es auch möglich, daß die Schaltungsvorrichtung an einer Steuervorrichtung angeschlossen ist, die die Schaltungsvorrichtung wie an sich bekannt mit einer Schaltfrequenz ansteuert, die ein Mehrfaches der Netzfrequenz im Wechselspannungsnetz beträgt, da dadurch der Leistungsfluß von der Wechselspannungs- auf die Gleichspannungsseite über das Verhältnis von Ein- zur Ausschaltzeit, also das Tastverhältnis einfach an die unterschiedlichen Lastverhältnisse angebracht werden kann. Vor allem ist eine direkte Regelung über das Lastverhalten im Verbraucherkreis dadurch möglich, wenn die Steuervorrichtung den Ist-Wert der Gleichspannung im Verbraucherkreis mit einem voreinstellbaren vorgebbaren Soll-Wert vergleicht.

Möglich ist aber auch, daß die Steuervorrichtung einen Vergleicher umfaßt, dessen Eingang über eine Leitung zwischen dem elektrischen Energiespeicher und dem Verbraucherkreis angeschlossen ist und dessen anderer Eingang an einer Leitung anliegt, über die eine voreinstellbare Sollspannung eingespeist wird und daß bei Übereinstimmung der Spannungssignale in den Leitungen ein Steuersignal zum Öffnen der Schaltungsvorrichtung an die Leitung abgegeben wird und daß die Schaltfrequenz durch eine Frequenzgenerator in der Steuervorrichtung erzeugt wird, da dabei ohne aufwendiger Regel- und Vergleichsschaltung für die Steuervorrichtung in der gewünschten Leistungsbandbreite die Steuer- bzw. Regelvorgänge ablaufen können, wobei trotzdem sichergestellt ist, daß für die Versorgung des Verbraucherkreises mit Energie immer eine ausreichende Energie in den entsprechenden Energiespeichern vorrätig ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, daß zwischen dem elektrischen Energiespeicher und dem Verbraucherkreis Schalter angeordnet sind, die von der Steuervorrichtung beaufschlagbar sind und daß eine Widerstandsbrücke zum elektrischen Energiespeicher parallel geschaltet und über einen Schalter an die Leitung anschaltbar ist und daß vorzugsweise die Steuervorrichtung mit Leitungen an der

Widerstandsbrücke anliegt, da dadurch die Steuervorrichtung auch zum Hochfahren der Steuereinrichtung zu verwenden ist.

Schließlich ist es auch möglich, daß die Schalter jeweils nur unmittelbar nach der Inbetriebnahme der Steuereinrichtung einmalig solange aktiviert sind, bis die Induktivität und der elektrische Energiespeicher mit einer vorbestimmten Mindestladung versehen sind, ohne großen schaltungstechnischen Aufwand das Ende der Hochlaufphase der Steuereinrichtung festgestellt und der Normalablauf der Steuereinrichtung aktiviert werden kann.

Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung in stark vereinfachter schematischer Darstellung mit der der Schaltvorrichtung zugeordneten Steuervorrichtung;
- Fig. 2 ein Diagramm mit dem Strom- und Spannungsverlauf im Bereich des Wechselstromnetzes bei Betrieb der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung;
- Fig. 3 ein Schaltbild einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung mit unterschiedlich angeordneten Bauteilen in stark vereinfachter schematischer Darstellung;
- Fig. 4 ein Schaltbild einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung in vereinfachter Darstellung mit einem zusätzlich angeordneten Tiefpaßfilter;
- Fig. 5 ein Schaltbild einer anderen Ausbildung der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung unter Verwendung eines Übertragers in vereinfachter schematischer Darstellung;
- Fig. 6 ein Schaltbild einer anderen Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung mit parallel zueinander angeordneten Schaltungsteilen in vereinfachter schematischer Darstellung.

In Fig.1 ist eine Steuereinrichtung 1 gezeigt, die an einem Wechselspannungsnetz 2 mit drei Phasen 3,4,5 angeschlossen ist. Über Verbindungsleitungen 6,7,8 sind Induktivitäten 9,10,11 in Serie zum Wechselspannungsnetz 2 geschaltet. Am Ausgang der Induktivitäten 9,10,11 ist über Verbindungsleitungen 12 ein Brückengleichrichter 13 der Steuereinrichtung 1 angeordnet. Der Brückengleichrichter 13 ist aus einzelnen Dioden 14 gebildet.

Zwischen den Induktivitäten 9,10,11 und dem Brückengleichrichter 13 sind elektrische, der Steuereinrichtung 1 zugeordnete elektrische Energiespeicher 15 angeordnet, die durch Kondensatoren gebildet sind, von welchen jeder mit einem Eingang an einer der Verbindungsleitungen 12 anliegt und der weitere Eingang jedes elektrischen Energiespeichers 15 liegt an den von den anderen Verbindungsleitungen 12 abgewendeten Ausgängen der anderen elektrischen Energiespeicher 15 an.

Vom Ausgang 16 des Brückengleichrichters 13 wird über eine Leitung 17 ein Verbraucherkreis 18 mit dem positiven Potential versorgt, dessen Versorgung über die erfindungsgemäße Steuereinrichtung 1 erfolgt. Vom weiteren Ausgang 19 des Brückengleichrichters 13 wird über eine Leitung 20 der Verbraucherkreis 18 mit dem negativen Potential versorgt.

In der Leitung 17 ist eine Schaltvorrichtung 21, die aus einem Transistor 22 gebildet ist, zwischengeschaltet. Zwischen der Schaltvorrichtung 21 und dem Verbraucherkreis 18 ist eine Induktivität 23 angeordnet. Parallel zum Verbraucherkreis 18, d.h. zwischen der Induktivität 23 und dem Verbraucherkreis 18, ist ein elektrischer Energiespeicher 24 angeordnet, der an den Leitungen 17 und 20 angeschlossen ist. Der elektrische Energiespeicher 24 ist durch einen Kondensator gebildet. Weiters ist eine Sperrvorrichtung 25, die aus einer Diode gebildet ist, parallel zum Verbraucherkreis 18 und zwischen der Schaltvorrichtung 21 und der Induktivität 23 angeordnet. Eine Steuervorrichtung 26 steuert über eine Leitung 27 die Schaltvorrichtung 21.

Zur Inbetriebnahme der Schaltung ist eine Hochlaufphase notwendig, die aus Gründen der leichteren Erklärung im nachfolgenden an die Funktionsbeschreibung näher erläutert wird. Die Funktionsweise der Schaltung nach Fig. 1 ist wie folgt:

Wenn die Hochlaufphase abgeschlossen ist und ein stationärer Betrieb vorliegt, ist der ausgangsseitige elektrische Energiespeicher 24 auf seine Nennspannung aufgeladen, die kleiner ist als der Spitzenwert der Netzspannung. Die Induktivität 23 ist mit einem Gleichstrom auf den gewünschten Stromwert aufgeladen, ebenso ist in den Induktivitäten 9,10,11 der vom Netz her eingepreßte Strom gespeichert.

Ist beim nachfolgenden Betrieb die Schaltvorrichtung 21 geöffnet, so wird innerhalb dieses Zeitabschnittes der durch die Induktivität 23 fließende Strom über die Sperrvorrichtung 25 dem die Ausgangsspannung stützenden elektrischen Energiespeicher 24 zugeführt. Durch die näherungsweise konstanten Spannung des elektrischen Energiespeichers 24 auf dem mit der Leitung 17 verbundenem Ausgang wird die dem elektrischen Energiespeicher 24, nämlich dem Kondensator von der Induktivität 23 zugeführte Energie gleichmäßig an den Verbraucherkreis 18 über die Leitungen 17 und 20 abgegeben. Dies ist

AT 402 133 B

dadurch möglich, daß sich zwischen der Induktivität 23 und der Sperrvorrichtung 25 sowie dem elektrischen Energiespeicher 24 ein Stromversorgungskreis für den elektrischen Energiespeicher 24 aufbaut, der dann seine Energie an den Verbraucherkreis 18 abgibt.

Ist nun dagegen aufgrund eines Steuerimpulses über die Leitung 27 von der Steuervorrichtung 26 die Schaltvorrichtung 21 geschlossen, so sind die elektrischen Energiespeicher 15 über die Verbindungsleitungen 12, den Brückengleichrichter 13 und die Schaltvorrichtung 21 mit der Induktivität 23 und dem Verbraucherkreis 18 verbunden.

In diesem Schaltzustand sperrt die Sperrvorrichtung 25 aufgrund der zwischen dem positiven Ausgang 16 und dem negativem Ausgang 19 des Brückengleichrichters 13 auftretenden Spannung. Dadurch werden die elektrischen Energiespeicher 15 entladen, da der Strombedarf der Induktivität 23 höher ist, als der von den Induktivitäten 9,10 und 11 gelieferte Strom und daher die fehlende Energiemenge, die zu diesem Zeitpunkt oder zu diesen Zeitabschnitt nicht über das Netz bezogen werden kann von den elektrischen Energiespeichern 15 entnommen wird. Der höhere Strombedarf der Induktivität 23 ist durch die im Vergleich zur Netzspannung niedrigere Spannung am elektrischen Energiespeicher 24 bzw. im Verbraucherkreis 18 bedingt. Um im Verbraucherkreis 18 eine den Wechselspannungsnetz 2, welches ein- oder mehrphasig sein kann, bezogene Leistung äquivalente Leistung zur Verfügung zu haben, ist der Stromwert im Gleichspannungsbereich der Steuereinrichtung 1 höher als der Stromwert des Wechselstroms im Wechselspannungsnetz 2.

Sind die elektrischen Energiespeicher 15 vollständig entladen, wird die zwischen den Ausgängen 16 und 19 des Brückengleichrichters 13 auftretende Differenzspannung zu Null, wodurch die Sperrvorrichtung 25 nicht mehr mit der Sperrspannung beaufschlagt ist und wieder leitend wird. Im folgenden bleiben die elektrischen Energiespeicher 15 entladen, der über die Induktivitäten 9,10,11 zugeführte Strom fließt über den Brückengleichrichter 13 und die Schaltvorrichtung 21. Da in diesem Zeitabschnitt die über die Induktivitäten 9,10,11 zugeführte Energie bzw. der Stromwert nicht ausreicht um im Gleichstrombereich der Steuereinrichtung 1 eine benötigte Energie zur Verfügung zu stellen, wird die benötigte Differenzenergie zwischen dem über dem Brückengleichrichter 13 zugeführten Strom und dem am Verbraucherkreis 18 benötigten Strom aus der Induktivität 23 über die nun wieder leitende Sperrvorrichtung 25, z.B. einer Freilaufdiode dem elektrischen Energiespeicher 24 zugeführt und von diesem an den Verbraucherkreis 18 weitergeleitet. In diesem Zeitabschnitt mit dieser Schaltstellung wird daher die Energie über die Sperrvorrichtung 25, wie bereits vorstehend bei dem vorhergehenden Zeitabschnitt beschrieben - zusätzlich zu der vom Wechselspannungsnetz 2 direkt zugeführten Energie - in den Verbraucherkreis 18 eingespeist.

Wird nun die Schaltvorrichtung 21 durch einen erneuten Steuerimpuls der Steuervorrichtung 26 wieder geöffnet, liegen wieder die einleitend erläuterten Verhältnisse vor. In dieser Phase des Steuerungsablaufes werden die zuvor entladenen elektrischen Energiespeicher 15 über die Induktivitäten 9,10 und 11 wieder geladen und die Versorgung des Verbraucherkreises 18 erfolgt ausschließlich über die in der Induktivität 23 gespeicherten Energie.

Durch das, im Vergleich zur Netzfrequenz hochfrequente Laden und Entladen der elektrischen Energiespeicher 15 liegt an den Induktivitäten 9,10 und 11 neben einem niederfrequenten (netzfrequenten) Spannungsteil auch ein hochfrequenter Spannungsanteil an.

Dieser hochfrequente Spannungsanteil bzw. die Rückwirkung aus den hochfrequenten Schaltvorgängen der Schaltvorrichtung 21 führt zwar zur Bildung einer hochfrequenten Oberschwingung beim sinusförmigen Stromverlauf, der jedoch keine Rückwirkungen in das Wechselspannungsnetz 2 bewirkt, andererseits aber den Sinusverlauf des Stroms im Wechselspannungsnetz 2 nicht verlagert bzw. verformt. Insbesondere wird die Phasengleichheit zwischen Strom und Spannung im Wechselspannungsnetz 2 nicht verschoben. Dadurch, daß eine Verschiebung der Spannungs- und Stromkurven im Wechselspannungsnetz 2 verhindert wird, entsteht auch bei hohen Leistungsspitzen im Verbraucherkreis 18 keine Blindleistung und auch keine Abflachung im Bereich des Amplitudenmaximums des sinusförmigen Spannungsverlaufes, wodurch nachteilige Beeinflussungen der Steuereinrichtung 1 aufgrund von Netzeinbrüchen zusätzlich verhindert werden.

Um nun die verschiedenen Schaltstellungen der Schaltvorrichtung 21 zur Bestimmung der verschiedenen Zeitabschnitte bzw. zur unterschiedlichen Energieanspeisung des Verbraucherkreises 18 zu ermöglichen, ist eine Steuervorrichtung 26 vorgesehen.

Diese Steuervorrichtung 26, die beispielsweise durch Operationsverstärker einen Rechner oder sonstige beliebige elektronische Schaltungsteile gebildet sein kann, wirkt als Antrieb für die Schaltvorrichtung 21. Die zum Betrieb der Steuervorrichtung 26 benötigten Steuersignale werden dadurch gebildet, daß die Spannung zwischen dem elektrischen Energiespeicher 24 und der Leitung 17 über eine Leitung 28 abgegriffen wird und in einem Vergleicher 29 mit einem voreinstellbaren Soll-Wert der Spannung, welcher über die Leitung 30 zugeführt wird, verglichen wird. Diese Sollspannung, welche über die Leitung 30 zugeführt wird, stellt den unteren Grenzwert der im Verbraucherkreis 18 benötigten Spannung dar. Diese vorgegebene Minimal-

spannung soll dem maximalen Energieabfall, der im Verbraucherkreis 18 während der Entladung des elektrischen Energiespeichers 24 auftritt nach unten begrenzen. Wird nun im Vergleich 29 eine Übereinstimmung zwischen den an den beiden Eingängen anliegenden Spannungssignalen festgestellt - in diesem Fall erfolgt die Versorgung des Verbraucherkreises 18 aufgrund der geöffneten Schaltvorrichtung 21 ausschließlich über den elektrischen Energiespeicher 24 der von der Induktivität 23 gespeist wird - wird ein Steuersignal vom Ausgang 31 des Vergleichers 29 an die Steuervorrichtung 26 übermittelt, das bewirkt, daß die Schaltvorrichtung 21 wieder geschlossen wird und dem Verbraucherkreis 18 Energie aus dem Wechselspannungsnetz 2 in der zuvor beschriebenen Art zugeführt wird.

Die Öffnung der Schaltvorrichtung 21 mittels der Steuervorrichtung 26 wird in diesem Fall dann durch einen Zeitgeber, der auf unterschiedliche Zeitdauer voreingestellt werden kann, bewirkt. Selbstverständlich wäre es in diesem Fall aber auch möglich, den Ladungszustand der Induktivität 23 zu überprüfen und bei mit einem vorgegebenen Sollwert übereinstimmenden Ladungszustand die Schaltvorrichtung 21 wieder zu öffnen. Andererseits wäre es aber beispielsweise auch möglich festzustellen, zu welchem Zeitpunkt ein Stromfluß zwischen der Sperrvorrichtung 25 und dem elektrischen Energiespeicher 24 auftritt, um anhand dieses Signals die Schaltvorrichtung 21 zu öffnen. Beginnt nämlich ein Stromfluß zwischen der Sperrvorrichtung 24 und dem elektrischen Energiespeicher 24, so ist dies ein Zeichen dafür, daß die elektrischen Energiespeicher 15 zur Gänze entladen sind.

Nach einer Ausführungsvariante wäre es aber auch möglich, mit der Steuervorrichtung 26 einen Hochfrequenzgenerator, dessen Ausgang an der Schaltvorrichtung 21 anliegt zu betreiben, der mit einer vorbestimmbaren Frequenz die Schaltvorrichtung 21 öffnet und schließt, wobei diese Frequenz dann derart auszugelen ist, daß aufgrund der gewählten Bauteile in der Steuereinrichtung 1 in allen Zeitabschnitten des Schaltablaufes eine ausreichende Energieversorgung des Verbraucherkreises 18 ohne Phasenverschiebung im Wechselspannungsnetz 2 gewährleistet werden kann.

In Fig.2 sind in einem Diagramm, im welchem auf der Ordinate die Zeit t und auf der Abszisse Strom I und Spannung U aufgetragen sind, eine Stromlinie 32 und eine Spannungslinie 33 dargestellt. Die Abnahme des Stromverlaufes für die Stromlinie 32 erfolgt zwischen den Induktivitäten 9 bis 11 und den elektrischen Energiespeichern 15, wogegen die Spannung für die Spannungslinie 33 von der der jeweiligen Stromlinie 32 entsprechenden Phase 3,4,5 des Wechselspannungsnetzes 2 entnommen ist.

Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, daß durch die hochfrequenten Schaltvorgänge der Steuervorrichtung 26 der sinusförmig verlaufenden Stromaufnahme eine hochfrequente Schwingung 34 überlagert wird, die zu einer "Verzahnung" der Sinuskurve führt. Wesentlich ist dabei aber, daß durch diese hochfrequenten Schwingungen 34 der Stromkennlinie 32 keine Verschiebung der Phasenlage zwischen der Spannungslinie 33 im Wechselspannungsnetz 2 und der Stromlinie 32 zwischen den Induktivitäten 9 bis 11 und den elektrischen Energiespeichern 15 auftritt. Dadurch ist das Entstehen von Blindleistung verhindert.

In den Fig.3 bis 6 sind Ausführungsvarianten der in Fig.1 gezeigten erfindungsgemäßen Schalteinrichtung angegeben. Aufgrund der Übereinstimmung der meisten Bauteile in den unterschiedlichen Ausführungsformen werden in den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig.3 bis 6 für die mit den Schaltungsteilen in Fig.1 übereinstimmenden gleichen Bauteile die gleichen Bezugszeichen wie in Fig.1 verwendet.

Die Ausführungsvarianten in Fig.3 und 4 unterscheiden sich hinsichtlich der Realisierung des gleichspannungsseitigem Schaltungsteils durch die Anordnung der Induktivität 23 und der Sperrvorrichtung 25.

In Fig.3 wurde die Induktivität 23 mit der Sperrvorrichtung 25 gegenüber der Ausführungsform in Fig.1 vertauscht, d.h. in der Leitung 17 wurde die Sperrvorrichtung 25 in Serie zum Verbraucherkreis 18 geschaltet und die Induktivität 23 zwischen der Schaltvorrichtung 21 und der Sperrvorrichtung 25 parallel zum Verbraucherkreis 18 angeordnet.

Dagegen ist in Fig.4 der elektrische Energiespeicher 24 anstelle der Induktivität 23 gemäß Anordnung in Fig.1 eingesetzt und die Sperrvorrichtung 25 nimmt die Position des elektrischen Energiespeichers 24 ein. Die Induktivität 23 wurde an die Stelle der Sperrvorrichtung 25 angeordnet. Allerdings muß bei dieser Ausführungsvariante nach Fig.3 zur Glättung der an die Sperrvorrichtung 25 abgegriffenen Spannung ein Tiefpaßfilter 35 bestehend aus einer Glättungsinduktivität 36 und einem Glättungskondensator 37 nachgeschaltet werden um nachteilige Beeinflussungen im Verbraucherkreis 18 durch die hochfrequenten Schaltvorgänge der Schaltvorrichtung 21 zu kompensieren.

Bei einer weiteren Ausführungsvariante nach Fig.5 ist eine Potentialtrennung vom Wechselspannungs- und Gleichspannungskreis bei der erfindungsgemäßen Schaltung nach Fig.1 gezeigt. Hierzu wird der elektrische Energiespeicher 24 nach Fig.1 in zwei elektrische Energiespeicher 38,39 aufgespaltet und zwischen den beiden elektrischen Energiespeichern 38,39 ein Übertrager 40 eingefügt. Die Potentialtrennung erfolgt hochfrequent, d.h. daß die Schaltvorrichtung 21 eine wesentlich höhere Schaltfrequenz aufweist, als die Netzfrequenz. Dies hat den Vorteil, daß die Baugröße des Übertragers 40 gegenüber einer Ausführung mit Netzfrequenz, d.h. mit 50 Hz erheblich reduziert werden kann.

AT 402 133 B

Die Ausführungsform nach Fig.6 unterscheidet sich von der Ausführungsform in Fig.1 dadurch, daß die Induktivität 23 die Sperrvorrichtung 25 und der elektrische Energiespeicher 24 zu einem Schaltungsteil 41 zusammengefaßt sind. Diesen Schaltungsteil 41 ist ein weiterer funktionsmäßig identischer Schaltungsteil 42 parallel geschaltet, der über eine eigene Schaltvorrichtung 43, die ebenfalls parallel zur Schaltvorrichtung 21 angeordnet ist, beaufschlagt wird und aus einer Induktivität 44 einem elektrischen Energiespeicher 45 und einer Sperrvorrichtung 46 gebildet ist.

Die Schaltvorrichtungen 21 und 43 werden im Gleichtakt gesteuert. Die Struktur und Grundfunktion dieser Schaltungsteile 40,41 entspricht der in Fig.1 beschriebenen Ausführungsvariante. Die Ausgangsspannung ist die Summe der an den elektrischen Energiespeichern 24 und 45 anliegenden Teilspannungen.

Die Sperrvorrichtungen 25 und 46 und die elektrischen Energiespeicher 24 und 45 sind über eine gemeinsame Verbindungsleitung 47 verbunden. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß durch die Parallelschaltung von zwei Schaltungsteilen 40,41 mit der gleichen Dimensionierung der Bauteile wie in Fig.1 eine nahezu doppelte Leistung erzielt werden kann bzw. bei gleicher Leistung wie in Fig.1 mit Bauteilen geringerer Größe bzw. Leistung und somit mit kostengünstigen Bauteilen das Auslangen gefunden werden kann.

Für alle die zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten gemäß den Fig.1 bis 6 ist es vor Inbetriebnahme der Schalteinrichtung notwendig, die maßgeblichen Schaltungsbauteile, insbesondere die Induktivität 23 und 44 und die elektrischen Energiespeicher 24 und 45 auf ihren Betriebszustand aufzuladen.

Dies erfolgt derart, daß, wie schematisch in Fig.1 zusätzlich eingezeichnet, der Verbraucherkreis 18 über Schalter 48 von der Steuereinrichtung 1 getrennt wird und gleichzeitig die Steuervorrichtung 26 über Leitungen 49 und 50 an den Ausgängen 16 und 19 des Brückengleichrichters 13 angeschlossen ist, um die Versorgung der Steuervorrichtung 26 unmittelbar nach Einschalten der Steuereinrichtung 1 zu gewährleisten.

Desweiteren ist parallel zum elektrischen Energiespeicher 24 eine Widerstandsbrücke 51 angeordnet, die über einen Schalter 52 aktivierbar ist. Über Leitungen 53 kann der Stromfluß in dieser als Verbraucher wirkenden Widerstandsbrücke 51 mit der Steuervorrichtung 26 überwacht werden.

Die Hochlaufphase der Steuereinrichtung 1 unter Verwendung der nun neu beschriebenen Schaltungsbauteile geht nun derart vor sich, daß mittels der Steuervorrichtung 26 zuerst über den Schalter 48 der Verbraucherkreis 18 von der Steuereinrichtung 1 abgetrennt wird und danach der Schalter 52 zur Aktivierung der als Verbraucher dienenden Widerstandsbrücke 51 geschlossen wird. In dieser nun für das Hochfahren der Induktivität 23 und 44 und der elektrischen Energiespeicher 24 und 45 vorbereiteten Schaltstellung wird über die Steuervorrichtung 26 die Schaltvorrichtung 21 geschlossen und erfolgt unter Mithilfe der Widerstandsbrücke 51 ein entsprechendes Aufladen der Induktivität 23 und 44 bzw. der elektrischen Energiespeicher 24 bzw. 45. Durch Überwachung des Stromflusses an der Widerstandsbrücke 51 kann mit der Steuervorrichtung 26 der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers 24 bzw. der Induktivität 23 festgestellt werden. Wird ein dem gewünschten Ladungszustand entsprechender Stromfluß am Verbraucher 1 festgestellt, so wird durch die Steuervorrichtung 26 die Schaltvorrichtung 21 geöffnet, sodaß sich die elektrischen Energiespeicher 24 aufladen können und wird gleichzeitig der Schalter 52 geöffnet und der Schalter 48 geschlossen, sodaß ab diesem Zeitpunkt eine Versorgung des Verbraucherkreises 18 mit der Energie aus der Induktivität 23 über den elektrischen Energiespeicher 24 versorgt wird. Entsprechend dem zuvor beschriebenen Verfahrensablauf wird dann bei Entnahme einer ausreichenden Menge von Energie aus dem elektrischen Energiespeicher 24 die Schaltvorrichtung 21 wieder geschlossen und wieder geöffnet, wie dies zuvor anhand der Ausführungsbeispiele in den Fig.1 bis 6 im Detail beschrieben wurde.

Selbstverständlich können die zum Hochfahren der Induktivität 23 und 44 bzw. der elektrischen Energiespeicher 24 und 45 benötigten Schaltungsbauteile anders angeordnet sein bzw. können überhaupt andere Vorkehrungen, wie externe Stromversorgung und dgl. vorgesehen werden, um ein Hochfahren dieser Schaltungsteile und eine darauffolgende ungestörte Funktion der Steuereinrichtung 1 zu ermöglichen.

Abschließend sei ausdrücklich nochmals festgehalten, daß die Betätigung der Schaltvorrichtung 21 über die beliebig ausgebildete Steuervorrichtung 26 mit einer Frequenz erfolgt, die das Mehrfache der Netzfrequenz im Wechselspannungsnetz 2 beträgt. Durch diese hochfrequenten Schaltvorgänge wird erreicht, daß mit relativ kleindimensionierten Bauteilen in der Steuereinrichtung 1 das Auslangen gefunden werden kann und andererseits die Stromspitzen durch die Aufteilung derselben in eine Vielzahl von Einzelimpulsen ohne Rückwirkung auf das Wechselspannungsnetz 2 im Verbraucherkreis 18 zur Verfügung gestellt werden können.

Schließlich ist auch die Ausbildung der Sperrvorrichtung 25 nicht an die dargestellten Ausführungsbeispiele gebunden. Anstelle der Verwendung einer Freilaufdiode für diese Sperrvorrichtung 25 kann selbstver-

AT 402 133 B

ständig auch ein Schaltkontakt oder jede beliebige andere elektronische Schaltung zum Unterbrechen und Freigeben der Leitungsverbindung zwischen der Induktivität 23,44 und dem elektrischen Energiespeicher 23,45 möglich.

Der Ordnung halber sei noch erwähnt, daß es sich bei den Darstellungen der Schaltbilder in den
5 Fig.1 und 3 bis 6 um schematische vereinfachte Darstellungen handelt, in welchen für den Betrieb der Steuereinrichtung 1 gegebenenfalls noch notwendige allgemeine bekannte Schaltungsteile zur Abstimmung, Strombegrenzung und dgl. nicht dargestellt sind.

Es können auch einzelne Merkmale in den einzelnen Ausführungsbeispielen den Gegenstand von eigenständigen erfindungsgemäßen Lösungen bilden.

10

Bezugszeichenaufstellung

	1	Steuereinrichtung
	2	Wechselspannungsnetz
15	3	Phase
	4	Phase
	5	Phase
	6	Verbindungsleitung
	7	Verbindungsleitung
20	8	Verbindungsleitung
	9	Induktivität
	10	Induktivität
	11	Induktivität
	12	Verbindungsleitung
25	13	Brückengleichrichter
	14	Diode
	15	Energiespeicher
	16	Ausgang
	17	Leitung
30	18	Verbraucherkreis
	19	Ausgang
	20	Leitung
	21	Schaltvorrichtung
	22	Transistor
35	23	Induktivität
	24	Energiespeicher
	25	Sperrvorrichtung
	26	Steuervorrichtung
	27	Leitung
40	28	Leitung
	29	Vergleicher
	30	Leitung
	31	Ausgang
	32	Stromlinie
45	33	Spannungslinie
	34	Schwingung
	35	Tiefpaßfilter
	36	Glättungsinduktivität
	37	Glättungskondensator
50	38	Energiespeicher
	39	Energiespeicher
	40	Übertrager
	41	Schaltungsteil
	42	Schaltungsteil
55	43	Schaltvorrichtung
	44	Induktivität
	45	Energiespeicher
	46	Sperrvorrichtung

	47	Verbindungsleitung
	48	Schalter
	49	Leitung
	50	Leitung
5	51	Widerstandsbrücke
	52	Schalter
	53	Leitung

Patentansprüche

10

1. Steuereinrichtung für die Energieversorgung eines Verbraucherkreises eines Gleichstromverbrauchers mit einem zwischen einem Wechselspannungsnetz und einem Verbraucherkreis angeordneten Brückengleichrichter und einem zwischen dem Brückengleichrichter und dem Verbraucherkreis angeordneten Energieversorgungskreis und mit einem Energiespeicherkreis bei der der Energieversorgungskreis einen durch eine Induktivität gebildeten Energiespeicher aufweist, der zwischen einer Schaltvorrichtung und dem elektrischen Energiespeicher angeordnet ist, der über eine, insbesondere durch eine Freilaufdiode gebildete Sperrvorrichtung bei geöffneter Schaltvorrichtung an den elektrischen Energiespeicher angeschlossen ist und der elektrische Energiespeicher zwischen der Induktivität und dem Verbraucherkreis angeordnet und zu diesem parallel geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Brückengleichrichter (13) und den Phasen (3 bis 5) des Wechselspannungsnetzes (2) Induktivitäten angeordnet sind und daß die Schaltvorrichtung (21) zumindest dann, wenn eine Spannung im Verbraucherkreis (18) der minimalen Sollspannung entspricht, oder höher ist als diese den Energieversorgungskreis intermittierend mit dem Brückengleichrichter (13) verbindet und daß zwischen dem Brückengleichrichter (13) und den in Richtung des Wechselspannungsnetzes (2) angeordneten Induktivitäten (9 bis 11) zwischen den Phasen (3 bis 5) und einem Sammelpunkt bzw. zwischen der Phase (3 bis 5) und einem Nulleiter ein elektrischer Energiespeicher (15) angeordnet ist.
2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schalteinrichtung zwischen der Induktivität (23) und dem elektrischen Energiespeicher (24) durch eine zum elektrischen Energiespeicher (24) parallel geschaltete Sperrvorrichtung (25) gebildet ist.
3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der elektrische Energiespeicher (24) mit der Schaltvorrichtung (21), und einem Tiefpaßfilter (35) und dem Verbraucherkreis (18) in Serie geschaltet ist und zwischen der zum Verbraucherkreis (18) parallel geschalteten Induktivität (23) und der Sperrvorrichtung (25), z.B. einer Freilaufdiode angeordnet ist.
4. Steuereinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der parallel zum Verbraucherkreis (18) geschalteten Induktivität (23) und der Sperrvorrichtung (25), z.B. der Freilaufdiode ein Übertrager (40) angeordnet ist und sowohl zwischen der Induktivität (23) und dem Übertrager (40) als auch zwischen diesem und der Sperrvorrichtung (25) jeweils ein elektrischer Energiespeicher (38,39) angeordnet ist.
5. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in jeder der beiden am negativen und positivem Potential anliegenden Leitungen (17 und 20) eine Schaltvorrichtung (21,43) und je ein Schaltungsteil (41,42) bestehend aus der Induktivität (23,44) der Sperrvorrichtung (25,46) und dem elektrischen Energiespeicher (24,45) angeordnet ist und daß die Sperrvorrichtung (25,46) und die elektrischen Energiespeicher (24,45) parallel zum Verbraucherkreis (18) geschaltet sind und zwischen diesen über eine Verbindungsleitung (47) miteinander verbunden sind.
6. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltvorrichtung (21) an einer Steuervorrichtung (26) angeschlossen ist, die die Schaltvorrichtung (21) wie an sich bekannt mit einer Schaltfrequenz ansteuert, die ein Mehrfaches der Netzfrequenz im Wechselspannungsnetz (2) beträgt.
7. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuervorrichtung (26) einen Vergleicher (29) umfaßt, dessen Eingang über eine Leitung (28) zwischen dem elektrischen Energiespeicher (24) und dem Verbraucherkreis (18) angeschlossen ist und dessen anderer Eingang an einer Leitung (30) anliegt, über die eine voreinstellbare Sollspannung eingespeist

AT 402 133 B

wird und daß bei Übereinstimmung der Spannungssignale in den Leitungen (28 und 30) ein Steuersignal zum Öffnen der Schaltvorrichtung (21) an die Leitung (27) abgegeben wird.

- 5
8. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltfrequenz durch eine Frequenzgenerator in der Steuervorrichtung (26) erzeugt wird.
- 10
9. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem elektrischen Energiespeicher (24) und dem Verbraucherkreis (18) Schalter (48) angeordnet sind, die von der Steuervorrichtung (26) beaufschlagbar sind und daß eine Widerstandsbrücke zum elektrischen Energiespeicher (24) parallel geschaltet und über einen Schalter (52) an die Leitung (17) anschaltbar ist und daß vorzugsweise die Steuervorrichtung (26) mit Leitungen (53) an der Widerstandsbrücke (51) anliegt.
- 15
10. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schalter (48 und 52) jeweils nur unmittelbar nach der Inbetriebnahme der Steuereinrichtung einmalig solange aktiviert sind, bis die Induktivität (23,44) und der elektrische Energiespeicher (24) mit einer vorbestimmten Mindestladung versehen sind.

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

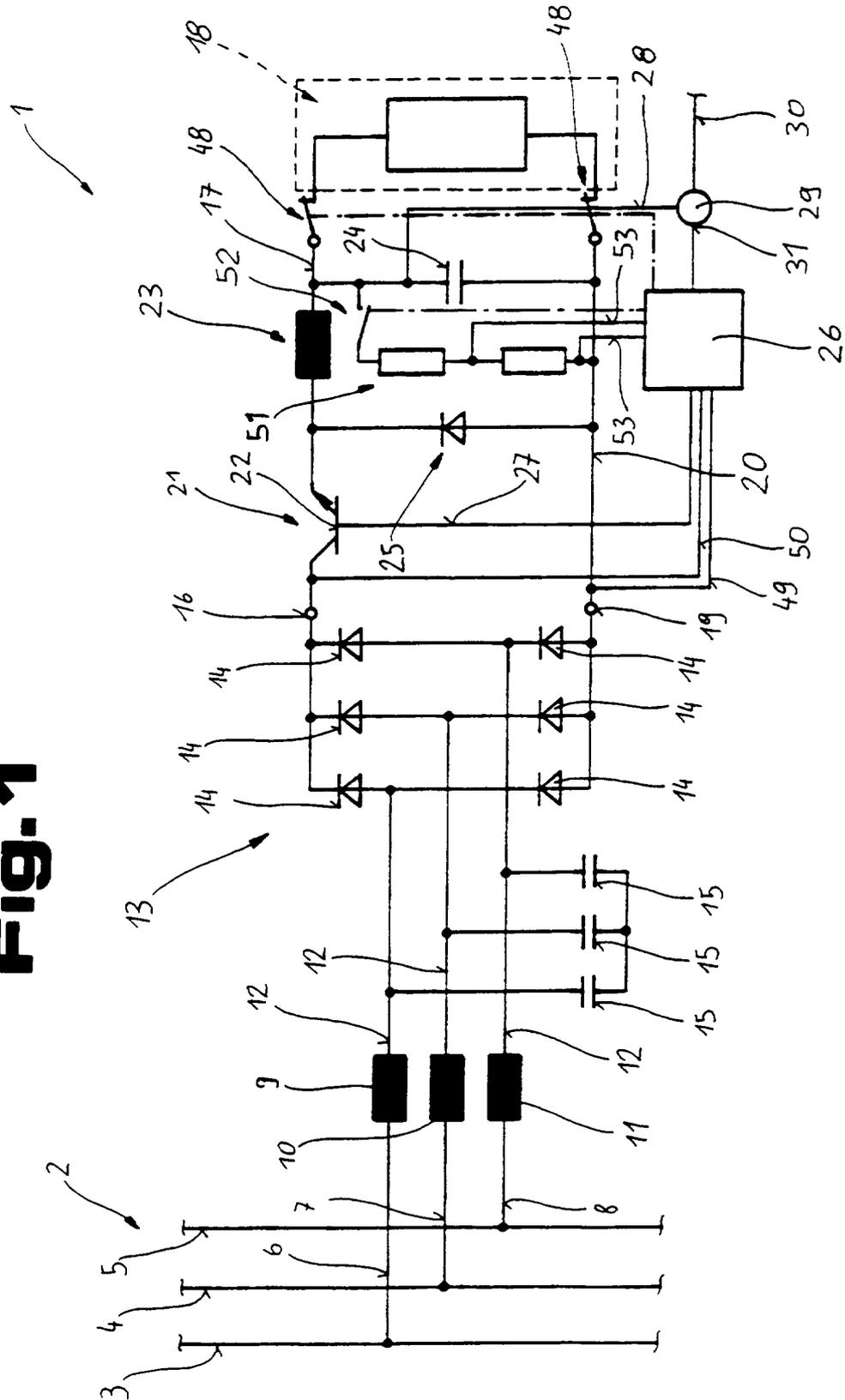
40

45

50

55

Fig. 1



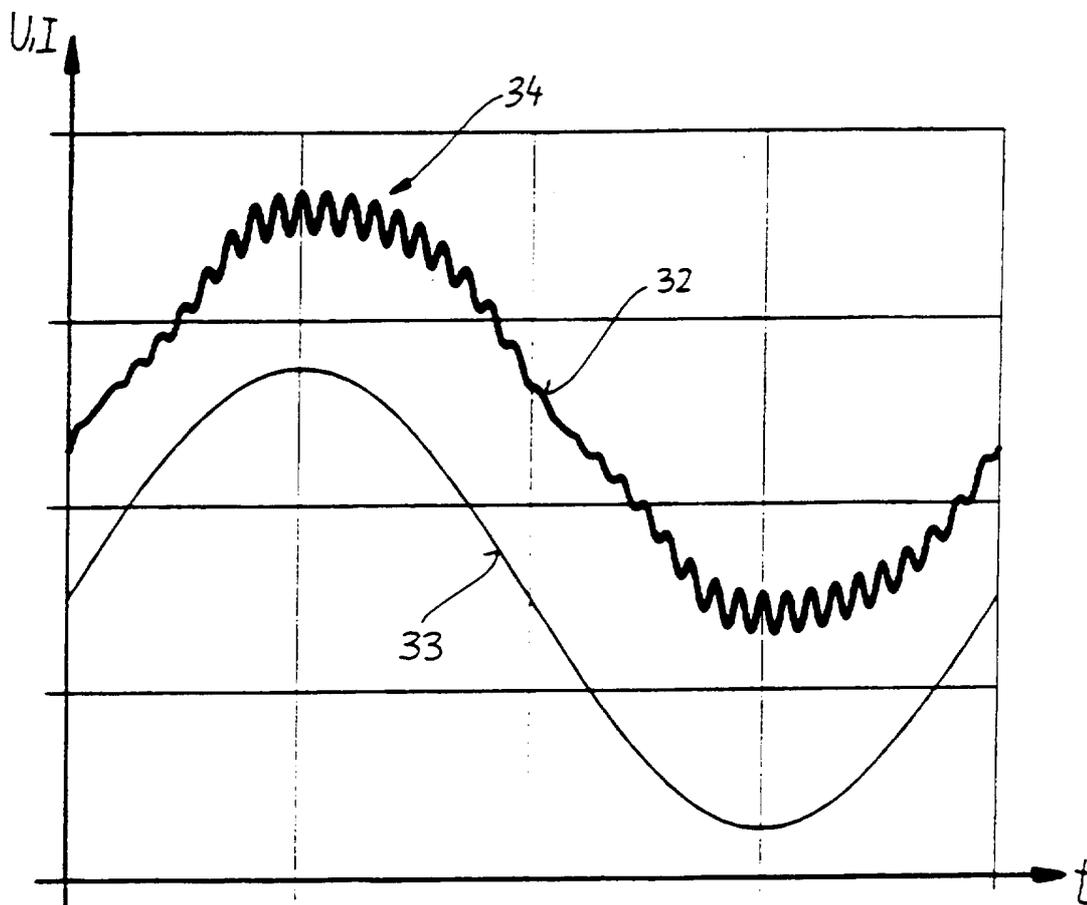


Fig. 2

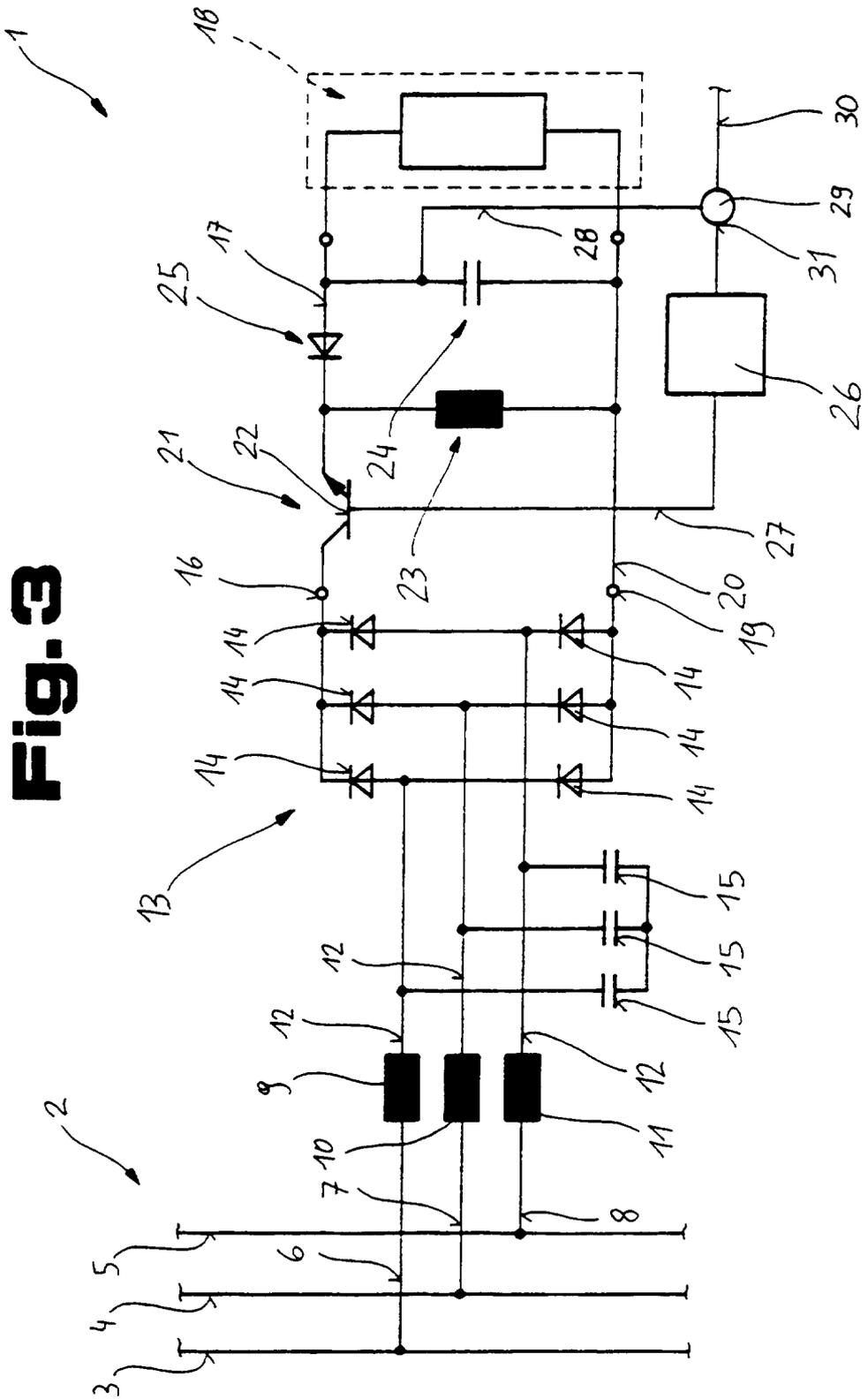


Fig. 3

Fig. 4

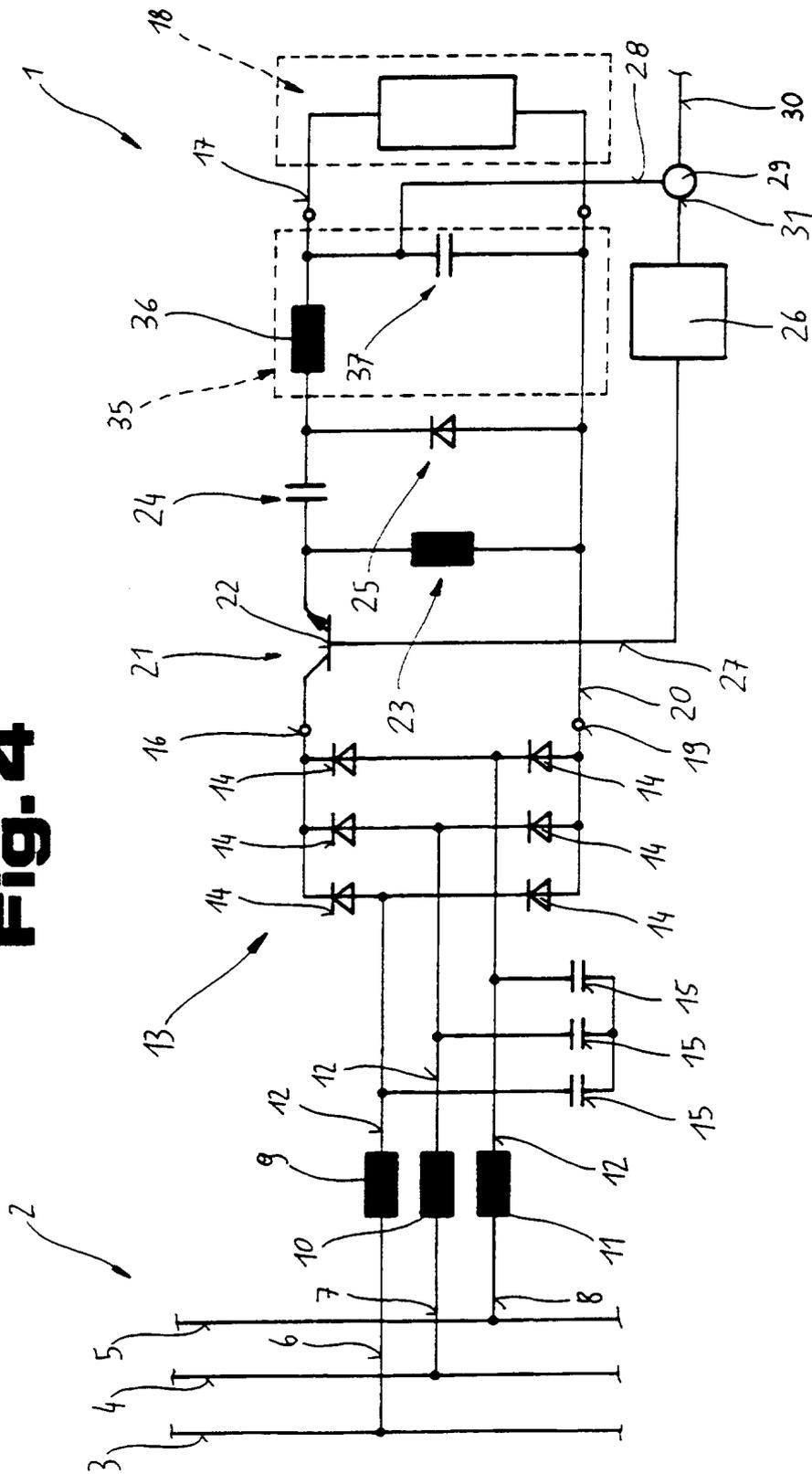


Fig. 6

