

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- ④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**08.08.84**
- ⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 05 B 41/29, H 02 M 3/155**
- ②① Anmeldenummer: **81900980.4**
- ②② Anmeldetag: **14.04.81**
- ⑧⑥ Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE 81/00059**
- ⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 81/03103 (29.10.81 Gazette 81/25)**

⑤④ **STROMVERSORUNGSGERÄT.**

- |   |   |
|---|---|
| <p>③⑩ Priorität: <b>15.04.80 DE 3014472</b><br/><b>05.08.80 DE 3029656</b></p> <p>④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br/><b>28.04.82 Patentblatt 82/17</b></p> <p>④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:<br/><b>08.08.84 Patentblatt 84/32</b></p> <p>⑧④ Benannte Vertragsstaaten:<br/><b>AT CH FR GB LI NL SE</b></p> <p>⑤⑥ Entgegenhaltungen:<br/><b>US - A - 3 969 652</b><br/><br/><b>ETZ, Bd. 100, 1979, H. 13, S. 664-670</b></p> | <p>⑦③ Patentinhaber: <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,</b><br/><b>Berlin und München Wittelsbacherplatz 2,</b><br/><b>D-8000 München 2 (DE)</b></p> <p>⑦② Erfinder: <b>KERSCHER, Max, Grasweg 2a,</b><br/><b>D-8224 Chieming (DE)</b><br/>Erfinder: <b>KRÖNING, Armin, Wimpersing,</b><br/><b>D-8221 Seebruch (DE)</b><br/>Erfinder: <b>NGUYEN, Anh-Dung, 94 Rue des Bossons,</b><br/><b>CH-1213 Petit-Lancy/GE (CH)</b><br/>Erfinder: <b>PRILLER, Reinhold, Geppingerstrasse 23,</b><br/><b>D-8229 Ainring 1 (DE)</b></p> |
|---|---|

**EP 0 050 132 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stromversorgungsgerät gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei einem solchen Stromversorgungsgerät sind zwar die Ausschaltverluste des Haupttransistors reduziert, da dessen Sperrspannung wegen des Schutzkondensators nur verzögert ansteigt. Die periodische Entladung dieses Schutzkondensators bringt aber in der Regel wieder Verluste mit sich. Nur mit einer recht komplizierten Umschwingschaltung ist es bisher gelungen, diese Energie dem Verbraucher zuzuführen (ETZ Band 100, 1979, Heft 13, S. 664—670).

Eine Quelle weiterer Verluste ist bei Stromversorgungsgeräten der eingangs genannten Art mit der Erzeugung der niedrigen Betriebsspannungen für die Steuerelektronik verbunden, es sei denn, es würden aufwendige Transformati-onsschaltungen eingesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Leistungsverluste bei einem Stromversorgungsgerät der eingangs genannten Art bei geringem schaltungstechnischem Aufwand zu reduzieren.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist dabei durch die im Kennzeichen von Anspruch 1 angegebenen Merkmale charakterisiert.

Bei der Erfindung bildet somit der Schutzkondensator zusammen mit dem Ladekondensator einen kapazitiven Spannungsteiler, der einerseits die Ausschaltverluste durch Verzögerung des Spannungsanstieges an dem Haupttransistor reduziert und mit dessen Hilfe es gelingt, eine niedrige Betriebsspannung an dem Ladekondensator praktisch verlustlos zu erzeugen.

In vielen Fällen erfordert die Spannungsversorgung der Elektronik (Regler, Schutz-einrichtung) eine höhere positive und eine kleinere negative Spannung. Um diese zu erzeugen, besteht gemäß Weiterbildung der Erfindung der Ladekondensator der Hilfsspannungsquelle aus zwei Teilkondensatoren. Hierbei ist es unzweckmäßig, die Relation der Spannungen durch entsprechende Wahl der Kapazitäten einzustellen, da man dann gerade für die Erzeugung der niedrigeren Spannung einen sehr großen Kondensator benötigen würde, andererseits aber gerade der Energiebedarf auf dem niedrigeren Spannungsniveau geringer ist als auf dem höheren. Vorzugsweise wird daher die Relation der Spannungen an den beiden Teilkondensatoren durch entsprechende Bemessung der Schutzdrossel eingestellt. Die Schutzdrossel muß hierzu etwa dreimal so groß bemessen werden als es im Hinblick auf die Reduzierung der Steilheit des Entlastestromes des Schutzkondensators erforderlich wäre; mit Kondensatoren etwa gleicher Kapazität läßt sich dann ein Spannungsverhältnis von etwa 1 : 3 einstellen.

Bei der beschriebenen Weiterbildung der Erfindung erhält der Ladekondensator Energie von der Gleichspannungsquelle. Besteht der Ladekondensator aus zwei Teilkondensatoren, so erhält der eine davon eine Zusatzenergie, wenn der

Schutzkondensator bei gesperrtem Haupttransistor aufgeladen wird. Der Schutzkondensator ist hierbei vorzugsweise so bemessen, daß diese Zusatzenergie wenigstens zur Durchsteuerung des Haupttransistors ausreicht. Der andere Teilkondensator wird dann bei durchgesteuertem Haupttransistor mit einem Teil der Energie des Schutzkondensators über die Schutzdrossel aufgeladen, die ihrerseits die beiden Teilkondensatoren in Reihenschaltung lädt. Die den Teilkondensatoren über den Schutzkondensator zugeführte Energie braucht die Hilfsspannungsquelle nicht zu liefern, die entsprechend kleiner bemessen werden kann. Besonders zweckmäßig ist es dabei, die Teilkondensatoren über einen Zusatzgleichrichter und über entsprechend klein bemessene Kondensatoren an das speisende Wechselspannungsnetz anzuschließen: Auf diese Weise lassen sich die niedrigen Betriebsgleichspannungen für die Elektronik des Steuer-teiles nahezu verlustfrei auch dann erzeugen, wenn nur ein Wechselspannungsnetz mit verhältnismäßig hoher Spannung zur Verfügung steht.

Ein Ausführungsbeispiel dieser Art wird anhand der Figur erläutert.

Der Speicherkondensator C18 speist einen Wechselrichter W und ist einerseits über eine Sperrdrossel L1, die Ladediode D27 und die Ladedrossel L4, andererseits über einen Meßwiderstand R33 an einen Hauptgleichrichter G1 in Zweiwegschaltung angeschlossen, der von einem Wechselspannungsnetz N gespeist wird und an seinen Klemmen eine im wesentliche un-geglättete Spannung liefert.

Zur Regelung der Spannung an dem Speicherkondensator C18 dient der Haupttransistor V6, über den die Ladedrossel L4 an den Hauptgleichrichter schaltbar und dadurch aufladbar ist. Das Signal an dem zwischen Haupttransistor V6 und Speicherkondensator C18 einerseits und Hauptgleichrichter G1 andererseits liegenden Meßwiderstand R33 wird über ein Verzögerungsglied (Widerstand R27 und Kondensator C14) dem Eingang 7 eines Steuerteiles mit einem Regler X zugeführt, der den Haupttransistor V6 als Schalter steuert.

Dem Haupttransistor und dem Meßwiderstand R33 ist ferner eine Umschwingdiode D42 antiparallel geschaltet; über diese können sich die »unsichtbaren« Kapazitäten (der Drossel, der Dioden, etc.) am Haupttransistor V6 vorbei entladen.

Bei durchgesteuertem Haupttransistor V6 lädt sich die Drossel L4 und verzögert der Kondensator C14 auf, bis dessen Spannung den Sollwert erreicht, der dem Regler X des Steuerteiles zugeführt wird und die Form einer ungeglätteten gleichgerichteten Wechselspannung hat: Der aus dem Netz gezogene Strom hat somit im Mittel einen sinusförmigen Verlauf.

Sobald der Istwert den Sollwert erreicht hat, schaltet der Regler den Haupttransistor V6 ab:

Die Drossel L4 gibt dann ihre Energie über die Ladediode D27 an den Speicherkondensator C18 ab, dessen Spannung in der Zwischenzeit infolge der Belastung durch den Wechselrichter W etwas abgesunken war. Während der Aufladung des Speicherkondensators nimmt das Signal am Meßwiderstand R33 und — verzögert — das Signal am Kondensator C14 ab. Das Verzögerungsglied R27/C14 ist so bemessen, daß die Spannung an C14 gerade dann den unteren Umschalt-  
punkt des Reglers erreicht, wenn der Strom durch die Ladedrossel L4 Null geworden, diese also vollständig rückmagnetisiert ist: Bei der dann folgenden Einschaltung von V6 hat dieser Transistor somit weder einen Reststrom der Ladedrossel L4 noch einen Rückstrom der Diode D27 zu übernehmen, so daß praktisch keine Einschaltverluste entstehen.

Der Schutzkondensator C17 dient zur Begrenzung des Spannungsanstieges an dem gesperrten Haupttransistor V6 und ist hierzu der Schaltstrecke dieses Transistors und dem Meßwiderstand R33 über die Entkopplungsdiode D9 und einen Kondensator C8 parallel geschaltet:

Wenn der Haupttransistor V6 gesperrt wird, lädt sich der Schutzkondensator C17 über L4, D9 und einen Ladekondensator C8 auf und verzögert dadurch den Anstieg der Sperrspannung an der Schaltstrecke des Haupttransistors V6, so daß nur eine geringe Verlustleistung auftritt.

Die Betriebsgleichspannungen für den Steuerteil werden in der Anlaufphase von einem Zusatzgleichrichter G2 geliefert, der über Kondensatoren C6, C7 an das Wechselspannungsnetz N angeschlossen ist und der in Reihenschaltung die Teilkondensatoren C8 und C9 speist; der Verbindungspunkt dieser beiden Kondensatoren liegt dabei an der negativen Klemme des Hauptgleichrichters G1, so daß sie eine positive bzw. eine negative Betriebsspannung liefern.

Der Teilkondensator C8 liegt zugleich über die Entkopplungsdiode D9, den Schutzkondensator C17 und die Ladedrossel L4 an dem Hauptgleichrichter G1 und erhält somit eine zusätzliche Ladung vom Hauptgleichrichter, wenn der Haupttransistor V6 gesperrt ist und C17 sich auflädt; C17 ist mit 300 pF so groß bemessen, daß diese Zusatzladung von C8 für die folgende Durchsteuerung des Haupttransistors ausreicht. Zusatzgleichrichter und die Kondensatoren C6, C7 sind daher nur für den restlichen Leistungsbedarf von Regler und Überwachungsteil bemessen.

Der andere Teilkondensator C9 liegt über die Schutzdrossel L9 und den Schutzkondensator C17 parallel zur Schaltstrecke des Haupttransistors V6 und den Meßwiderstand R33; über diesen Entladestromkreis und damit über C9 fließt der Entladestrom des Schutzkondensators C17 bei durchgesteuertem Haupttransistor V6, der hierbei den Teilkondensator C9 auflädt.

Obwohl der Teilkondensator C9 mit etwa 3 V eine wesentlich niedrigere Spannung zu liefern hat als der Teilkondensator C8 mit etwa 8 V, haben beide Kondensatoren ungefähr die gleiche Kapazität (ca. 50 µF). Die unterschiedlichen

Spannungen werden im Betrieb durch entsprechende Bemessung der Schutzdrossel L9 eingestellt: Letztere ist etwa dreimal so groß bemessen, als dies zur ausreichenden Verzögerung des Anstieges des Entladestromes von C17 über V6 erforderlich wäre. Die Nachladung des Teilkondensators C9 bei der Entladung des Schutzkondensators C17 über den Haupttransistor V6 ist nämlich wesentlich geringer als die Ladung des Teilkondensators C8 bei Aufladung des Schutzkondensators C17. Dabei ist eine solche Abstimmung der Zeitkonstanten vorausgesetzt, daß eine vollständige Auf- bzw. Entladung von C17 in den zugehörigen Schaltzyklen von V6 gewährleistet ist.

Die in der Schutzdrossel L9 gespeicherte Energie entlädt sich schließlich über die Diode D9 und die beiden Teilkondensatoren C8 und C9 in Reihenschaltung. Für die Spannungsrelation an den Teilkondensatoren ist dieser Entladevorgang unerheblich, da er beide Kondensatoren in gleichem Ausmaß betrifft. Die Energie der Schutzdrossel L9 wird somit für die Speisung der Elektronik genutzt und belastet nicht den Haupttransistor V6.

#### Patentansprüche

1. Stromversorgungsgerät für eine Gleichstromlast, mit einem dieser parallel geschalteten Speicherkondensator (C18), der über eine Ladediode (D27), eine Ladedrossel (L4) an eine Gleichspannungsquelle (G1) angeschlossen ist, mit einem Haupttransistor (V6), über den die Ladedrossel (L4) an die Gleichspannungsquelle (G1) schaltbar ist, mit einem Steuerteil zur Ansteuerung des Haupttransistors (V6) im Schaltbetrieb, mit einem Schutzkondensator (C17) parallel zum Haupttransistor (V6) zur Reduzierung seiner Ausschaltverluste, mit einer Schutzdrossel (L9) im Entladekreis des Schutzkondensators (C17) zur Begrenzung der Steilheit des Entladestromes, und mit einer Hilfspannungsquelle mit Ladekondensator zur Lieferung der Betriebsgleichspannung für den Steuerteil, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzdrossel (L9) über den Schutzkondensator (C17) der Schaltstrecke des Haupttransistors (V6) und über eine bei gesperrtem Haupttransistor (V6) leitende Entkopplungsdiode (D9) dem Ladekondensator (C8) parallel geschaltet ist.

2. Stromversorgungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schutzkondensator (C17) so groß bemessen ist, daß die in ihm während der Sperrphase des Haupttransistors (V6) gespeicherte Energie mindestens zur Durchsteuerung des Haupttransistors (V6) ausreicht.

3. Stromversorgungsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladekondensator über einen Zusatzgleichrichter (G2) an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen ist.

4. Stromversorgungsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzgleich-

richter (G2) über Kondensatoren (C6, C7) an die Wechselspannungsquelle angeschlossen ist, die nur für den restlichen Leistungsbedarf des Steuerbauteiles bemessen sind.

5. Stromversorgungsgerät nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (X) im Steuerteil gesperrt ist, solange die Spannung an dem Ladekondensator noch nicht den für einen Schaltbetrieb des Haupttransistors (V6) ausreichenden Mindestwert erreicht hat.

6. Stromversorgungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladekondensator aus zwei in Reihe geschalteten Teilkondensatoren (C8, C9) besteht, deren Verbindungspunkt mit der Minusklemme (4) der Gleichspannungsquelle (G1) verbunden ist.

7. Stromversorgungsgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzdrossel (L9) so groß bemessen ist, daß die Aufladung des zwischen der Entkopplungsdiode (D9) und der Minusklemme der Gleichspannungsquelle (G1) liegenden Teilkondensators (C8) je Schaltzyklus des Haupttransistors (V6) größer ist als die des anderen Teilkondensators (C9).

### Claims

1. Current supply apparatus for a direct current load, having a storage capacitor (C18) connected parallel thereto and connected to a direct voltage source (G1) by a charge diode (D27), a charge choke (L4), a main transistor (V6) which can connect the charge choke (L4) to the direct voltage source (G1), a control component for controlling the main transistor (V6) switching operation, a protective capacitor (C17) parallel to the main transistor (V6) to reduce its switch-off losses, a protective choke (L9) in the discharge circuit of the protective capacitor (C17) to restrict the slope of the discharge current, and having an auxiliary voltage source with a charge capacitor to supply the operating d. c. voltage for the control component, characterised in that the protective choke (L9) is connected in parallel to the switching path of the main transistor (V6) by means of the protective capacitor (C17) and to the charge capacitor (C8) by means of a decoupling diode (D9) which is conductive when the main transistor (V6) is blocked.

2. Current supply apparatus as claimed in claim 1, characterised in that the protective capacitor (C17) is dimensioned to be so large that the energy stored therein during the blocking phase of the main transistor (V6) is at least sufficient for the switch-on-control of the main transistor (V6).

3. Current supply apparatus as claimed in claim 2, characterised in that the charge capacitor is connected to an alternating voltage source by means of an additional rectifier (G2).

4. Current supply apparatus as claimed in claim 3, characterised in that the additional rectifier (G2) is connected to the alternating voltage source by capacitors (C6, C7) which are only dimensioned for the remaining power requirement

of the control component.

5. Current supply apparatus as claimed in claim 3 or 4, characterised in that the regulator (X) in the control component is blocked as long as the voltage at the charge capacitor has not yet reached the minimum value sufficient for a switching operation of the main transistor (V6).

6. Current supply apparatus as claimed in one of claims 1 to 5, characterised in that the charge capacitor consists of two series-connected partial capacitors (C8, C9) whose connection point is linked with the minus terminal (4) of the direct voltage source (G1).

7. Current supply apparatus as claimed in claim 6, characterised in that the protective choke (L9) is dimensioned so as to be so large that the charging of the partial capacitor (C8) arranged between the decoupling diode (C9) and the minus terminal of the direct voltage source (G1) is greater than that of the other partial capacitor (C9) for each switching cycle of the main transistor (V6).

### 25 Revendications

1. Appareil d'alimentation pour une charge en courant continu, comportant un condensateur qui est monté en parallèle sur celui-ci et que est raccordé à une source de tension continue (G1) par l'intermédiaire d'une diode de charge (D27) et d'une bobine d'arrêt de charge (L4), un transistor principal (V6) par l'intermédiaire duquel la bobine d'arrêt de charge (L4) peut être reliée à la source de tension continue (G1), un circuit de commande pour commander le transistor principal (V6) dans le mode de commutation, un condensateur de protection (C17) en parallèle sur le transistor principal (V6) pour réduire ses pertes de passage de l'état passant à l'état bloqué, une bobine d'arrêt de protection (L9) dans le circuit de décharge du condensateur de protection (C17) pour limiter la perte du courant de décharge, et une source de tension auxiliaire avec un condensateur de charge pour délivrer la tension continue de service pour le circuit de commande, caractérisé par le fait que la bobine d'arrêt de protection (19) est montée en parallèle sur le circuit de commutation du transistor principal (V6) par l'intermédiaire du condensateur de protection (C17) et sur le condensateur de charge (C8) par l'intermédiaire d'une diode de découplage (D9) conductrice lorsque le transistor principal (V6) est bloqué.

2. Appareil d'alimentation suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le condensateur de protection (C17) est dimensionné de façon suffisamment importante pour que l'énergie qui y est chargée pendant la phase de blocage du transistor principal (V6) suffise au moins pour la mise dans l'état passant du transistor principal (V6).

3. Appareil d'alimentation suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le condensateur de charge est raccordé à une source de

tension alternative, par l'intermédiaire d'un redresseur supplémentaire (G2).

4. Appareil d'alimentation suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que le redresseur supplémentaire (G2) est relié, par l'intermédiaire de condensateurs (C6, C7) à la source de tension alternative qui est dimensionnée uniquement pour la consommation d'énergie restante du circuit de commande.

5

5. Appareil d'alimentation suivant la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que le régulateur (X) dans le circuit de commande est bloqué tant que la tension aux bornes du condensateur de charge n'a pas encore atteint la valeur minimale suffisante pour un fonctionnement en commutation du transistor principal (V6).

10

15

6. Appareil d'alimentation suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le condensateur de charge est constitué par deux condensateurs partiels (C8, C9) montés en série, dont le point de jonction est relié à la borne négative (4) de la source de tension continue (G1).

20

7. Appareil d'alimentation suivant la revendication 6, caractérisé par le fait que la bobine d'arrêt de protection (L9) est dimensionnée de façon suffisamment importante pour que la charge du condensateur partiel (C8), se trouvant entre la diode de découplage (D9) et la borne négative de la source de tension continue (G1), soit plus importante que celle de l'autre condensateur partiel (C9) pour chaque cycle de commutation du transistor principal (V6).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

