



(10) **DE 10 2011 111 839 A1** 2013.02.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 111 839.3**

(22) Anmeldetag: **27.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **28.02.2013**

(51) Int Cl.: **H02M 7/219** (2011.01)

(71) Anmelder:

Minebea Co., Ltd., Kitasaku-gun, Nagano, JP

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Maucher Börjes
Jenkins, 79102, Freiburg, DE**

(72) Erfinder:

Winker, Martin, 78573, Wurmlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2009 014 702 A1
US 6 181 588 B1
US 2007 / 0 279 821 A1
US 2008 / 0 211 552 A1

US 2009 / 0 015 022 A1

US 2011 / 0 181 115 A1

US 4 473 757 A

WO 2007/ 072 226 A2

**Chapman, P.L.; , "Power management
for energy harvesting devices," Radio and
Wireless Symposium, 2009. RWS '09. IEEE ,
vol., no., pp.9-12, 18-22 Jan. 2009doi: 10.1109/
RWS.2009.4957271**

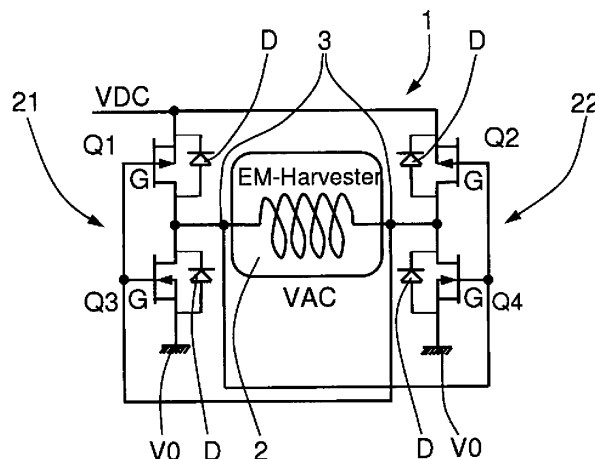
**Goddard, T.; Humphreys, J.; van de Wouw,
T.; , "MOSFETs and FREDFETS in motor drive
equipment," Power Electronics and Variable-
Speed Drives, Third International Conference on ,
vol., no., pp.47-50, 13-15 Jul 1988**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gleichrichterschaltung für einen Energiewandler**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt eine aktive Gleichrichterschaltung als Vollbrückenschaltung, insbesondere zur Verwendung mit einem Energiewandler. Jeweils auf einer Diagonalen der Vollbrückenschaltung sind zwei n-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q3, Q4) und zwei p-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2) angeordnet, wobei jeweils die zwei Gate-Anschlüsse (G) der Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode auf einer ersten Brücken-zweigseite (21) der Vollbrückenschaltung miteinander und über Kreuz mit dem Eingangspol (3) einer zweiten Brücken-zweigseite (22) der Vollbrückenschaltung verbunden sind. Dadurch steuert sich die Gleichrichterschaltung selbst, so dass keine Steuereinheit notwendig ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gleichrichterschaltung für einen Energiewandler, der mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

[0002] Solche mechanischen Energiewandler können beispielsweise zur dezentralen und autarken Energieversorgung von elektrischen Geräten eingesetzt werden.

[0003] Ein solcher Energiewandler weist beispielsweise einen Schwingarm auf, an dem ein Permanentmagnet angeordnet ist, der entlang einer Flachspule schwingen kann. In der Spule wird aufgrund der Magnetfeldänderung ein Strom induziert. Aufgrund der Schwingbewegung des Schwingarms und der damit verbundenen Richtungsänderung des Schwingarms ändert auch der induzierte Strom seine Richtung. Es entsteht somit eine Wechselspannung, die zur weiteren Verwendung zunächst gleichgerichtet werden muss.

[0004] Die mechanischen Energiewandler können sehr klein gebaut werden, so dass sie in mobilen Geräten einsetzbar sind. Aufgrund der geringen Baugröße werden jedoch nur geringe Spannungen erzeugt, die kleiner sein können als die Durchlassspannung einer Diode. Daher ist die Verwendung eines einfachen Diodengleichrichters nicht möglich.

[0005] Am wenigsten Spannungsverlust entsteht bei der Verwendung eines aktiven Gleichrichters, der aus einer Brückenordnung von vier Schaltern gebildet ist. Die Schalter müssen jedoch aktiv angesteuert werden. Dazu ist eine Steuerschaltung notwendig, die auch die Polarität der erzeugten Wechselspannung überwachen muss, damit die Schalter synchron zur Spannung geschaltet werden können. Die Steuerschaltung ist dementsprechend aufwändig und teuer und benötigt selbst eine gewisse Energiemenge, die durch den Energiewandler bereit gestellt werden muss, so dass die nutzbare Energiemenge um diesen Betrag verringert wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Gleichrichterschaltung zu schaffen, die zur Verwendung mit einem mechanischen Energiewandler mit geringer Ausgangsspannung geeignet ist und dennoch einfacher und kostengünstiger ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Durch die Über-Kreuz-Schaltung der Gate-Anschlüsse und die Anordnung der n- und p-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode, vorzugsweise Feldeffekttransistoren (FET) und insbesondere Feldeffekttransistoren mit isoliertem Gate (IGFET), entsprechend der beteiligten Majoritätsladungsträger, werden in jeder Halbwelle automatisch genau die zwei jeweils „richtigen“ Transistor-

Schalter leitend geschaltet. Wobei die n-Kanal Halbleiterschalter am negativen Potenzial und die p-Kanal Halbleiterschalter am positiven Potenzial des Gleichspannungsausgangs angeordnet sind. Der Vorteil bei dem erfindungsgemäßen aktiven Gleichrichter besteht darin, dass er vollständig ohne Steuerschaltung auskommt. Dadurch ist der Gleichrichter sehr einfach und kostengünstig aufgebaut. Zusätzlich benötigt der Gleichrichter praktisch keine Leistung, da die IGFET-Schalter prinzipiell stromlos geschaltet sind. Der erfindungsgemäße Gleichrichter ist somit prädestiniert für den Einsatz mit einem Energiewandler, der nur eine geringe Spannung und eine geringe Energiemenge bereitstellt.

[0008] Unbedingt notwendig für die Funktion der Selbststeuerung sind die, beispielsweise bei IGFET-Schaltern integrierten, Bodydioden, da durch diese ein Stromfluss in die jeweils „falsche“ Richtung verhindert wird.

[0009] Diese Bodydioden haben zum Teil eine langsame Rückwärtserholzeit und eine hohe Flussspannung, was bei einigen Anwendungen unerwünscht sein kann. Aus diesem Grund kann es zweckmäßig sein, wenn die IGFET-Schalter sogenannte Fast-recovery Epitaxial Diode Field-effect Transistoren (FREDFET) sind. Diese haben wesentlich schneller schaltbare Bodydioden mit geringeren Flussspannungen als die alternativ möglichen Feldeffekttransistoren.

[0010] Alternativ kann auch zu den Schaltern jeweils eine Schottkydiode parallel geschaltet werden.

[0011] Zweckmäßigerweise ist am Gleichspannungsausgang der Gleichrichterschaltung eine Z-Diode als Schutz gegen Überspannung angeordnet.

[0012] Der erfindungsgemäße Gleichrichter ist für die Verwendung an nahezu beliebigen Wechselspannungsquellen geeignet.

[0013] Insbesondere umfasst die Erfindung auch eine Spannungsversorgung mit einer erfindungsgemäßen Gleichrichterschaltung, mit einem Energiewandler, der mechanische in elektrische Energie wandelt und der mit dem Wechselspannungseingang des Gleichrichters verbunden ist und mit einem Spannungswandler, der die Gleichspannung des Gleichrichters im Wesentlichen auf einen festen Spannungswert regelt.

[0014] Ein elektromechanischer Energiewandler ist beispielsweise aus der DE 10 2010 045 063 bekannt.

[0015] Eine solche Spannungsversorgung kann als autarke Energiequelle für einen Gleichspannungsverbraucher dienen. Zweckmäßigerweise wird eine solche Spannungsversorgung zum Laden eines En-

ergiespeichers, etwa einem Akku, verwendet, der ein elektrisches Gerät versorgt.

[0016] Der mechanische Energiewandler ist eine Wechselspannungsquelle, mit einer geringen Ausgangsspannung. Diese wird in dem erfindungsgemäßen Gleichrichter verlustarm gleichgerichtet und im Spannungswandler auf das Spannungsniveau eines Verbrauchers, etwa die Akkuladespannung, angehoben oder herabgesetzt.

[0017] Als Spannungswandler können nahezu alle bekannten Wandlerarten eingesetzt werden. Insbesondere vorteilhaft ist jedoch die Verwendung eines Sperrwandlers.

[0018] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, weist der Spannungswandler einen Transformator mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung auf, wobei ein Pol der Primärwicklung mit dem Gleichspannungsausgang des Gleichrichters und einem Speicherkondensator verbunden ist, und der andere Pol der Primärwicklung über einen Schalter mit einem Pol der Sekundärwicklung verbunden ist. Der andere Pol der Sekundärwicklung ist über eine Diode mit einem Glättungskondensator am Betriebsspannungsausgang verbunden. Zusätzlich ist eine Steuerschaltung vorhanden, die eine Primärspannungsüberwachung und optional eine Sekundärspannungsüberwachung aufweist und eine Steuerung für den Schalter. Da bei dem mechanischen Energiewandler durchaus hohe Spannungsspitzen auftreten können ist der Vorteil dieses Wandlers, dass er die Ausgangsspannung des Gleichwandlers sowohl hoch als auch herab regeln kann.

[0019] Der Schalter des Spannungswandlers kann ein beliebiger elektronischer Schalter sein, er ist jedoch vorzugsweise als n-Kanal IGFET ausgebildet.

[0020] In einer alternativen Ausführung der Erfindung weist der Spannungswandler einen Transformator mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung auf, wobei jeweils ein Pol der Primärwicklung und der Sekundärwicklung mit dem Gleichspannungsausgang des Gleichrichters und einem Speicherkondensator verbunden sind. Der andere Pol der Primärwicklung ist über einen Vorwiderstand mit der Basis eines Transistors, vorzugsweise eines Bipolartransistors, im Beispiel ein npn-Transistor, verbunden. Der andere Pol der Sekundärwicklung ist mit dem Kollektor des Transistors und über eine Diode mit einem Glättungskondensator am Betriebsspannungsausgang verbunden. Zudem ist eine Steuerschaltung vorhanden, die eine Ausgangsspannungsüberwachung und eine Steuerung für den Bipolartransistor aufweist, die mit der Basis des Transistors verbunden ist. Der Bipolartransistor kann in einer alternativen Ausgestaltung auch durch einen JFET oder IGFET ersetzt werden.

[0021] Diese auch „Joule Thief“ genannte Schaltungsanordnung, basierend auf einem Meissner Oszillator, ermöglicht eine sehr einfache Wandlung der Ausgangsspannung des Gleichrichters und somit in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Gleichrichter eine sehr effiziente und kostengünstige Ausnutzung des Energiewandlers.

[0022] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

[0023] Es zeigt:

[0024] [Fig. 1](#) ein Schaltbild des erfindungsgemäßen Gleichrichters,

[0025] [Fig. 2](#) eine Spannungsversorgung mit einem erfindungsgemäßen Gleichrichter und einem Sperrwandler und

[0026] [Fig. 3](#) eine Spannungsversorgung mit einem erfindungsgemäßen Gleichrichter und einem Aufwärtswandler mit einem selbstschwingenden Meissner-Oszillator.

[0027] Die [Fig. 1](#) zeigt eine erfindungsgemäße Gleichrichterschaltung **1**, die als Vollbrückenschaltung ausgebildet ist. Der Wechselspannungseingang VAC des Gleichrichters **1** ist im Brückenweig angeordnet. Im gezeigten Beispiel ist am Wechselspannungseingang VAC ein elektromechanischer Energiewandler **2** als Wechselspannungsquelle angeordnet, der vorzugsweise als Spule ausgebildet ist und in dem daher, durch ein sich änderndes Magnetfeld, Spannungsimpulse induziert werden. Das veränderliche elektromagnetische Feld kann beispielsweise durch einen beweglichen Permanentmagneten (nicht zeichnerisch dargestellt) erzeugt werden.

[0028] Die Brückenschaltung ist aus zwei p-Kanal IGFET-Schaltern Q1, Q2 und zwei n-Kanal IGFET-Schaltern Q3, Q4 gebildet. Wobei die n-Kanal Transistoren Q3 und Q4 am negativen Massepotenzial V0 und die p-Kanal Transistoren Q1 und Q2 am positiven Potenzial des Gleichspannungsausgangs VDC der Brückenschaltung angeordnet sind. Jeder Transistor weist eine Bodydiode D auf, die im Schaltbild explizit gezeigt ist, da diese für die Funktion der Erfindung mit wesentlich ist. Zusätzlich oder alternativ zur integrierten Bodydiode D könnte jedoch jeweils auch eine externe Diode parallel zum Transistor geschaltet sein.

[0029] Der Wechselspannungseingang VAC hat zwei Eingangspole **3**, die jeweils einer Brückenseite zugeordnet sind. Die Gate-Anschlüsse G der IGFET-Schalter Q1 bis Q4 einer Brückenseite sind jeweils untereinander und über Kreuz mit dem Eingangspol **3** der jeweils anderen Brückenseite verbunden.

[0030] Die Eingangsschaltspannung VAC steuert damit direkt die einzelnen IGFET-Schalter. Aufgrund der speziellen Anordnung der n- und p-Kanal Transistoren werden durch die Eingangsspannung in jeder Halbwelle andere Transistoren leitend geschaltet, so dass automatisch der „richtige“ Strompfad geschaltet wird und am Ausgang VDC des Gleichrichters eine Gleichspannung vorliegt. Die Dioden D der Transistoren Q1 bis Q4, verhindern dass der Strom in den ungeschalteten Transistoren Q1 bis Q4 den „falschen“ Strompfad nimmt.

[0031] Die erfindungsgemäße Gleichrichterschaltung 1 benötigt somit keine Steuerschaltung. Sie ist daher besonders einfach und kostengünstig aufbaubar. Darüber hinaus ist der Gleichrichter 1 sehr effizient, da er selbst praktisch keine Energie benötigt. Dies ist insbesondere bei der Verwendung mit einem Energiewandler 2 vorteilhaft, da dieser je nach Ausführung nur eine geringe Energiemenge bereitstellt.

[0032] In Fig. 2 ist eine Spannungsversorgung 4 gezeigt, die beispielsweise zur autarken Versorgung eines elektrischen Verbrauchers einsetzbar ist. Die Spannungsversorgung 4 weist einen Energiewandler 2 als Wechselspannungsquelle auf, der an einem erfindungsgemäßen Gleichrichter 1 angeschlossen ist. Um die gleichgerichtete Spannung VDC für einen Verbraucher nutzbar zu machen, weist die Spannungsversorgung einen Spannungswandler 16 auf. Da die im Energiewandler 2 erzeugte Spannung starken Schwankungen unterliegt, ist ein Wandler vorgesehen, der höhere und niedrigere Eingangsspannungen VAC auf eine im Wesentlichen gleichbleibende Ausgangsspannung VDC wandeln kann.

[0033] Im Beispiel weist der Spannungswandler 4 einen Transformator 5 mit einer Primärwicklung 6 und einer Sekundärwicklung 7 auf, wobei ein Pol der Primärwicklung 6 mit dem Gleichspannungsausgang VDC des Gleichrichters 1 und einem Speicherkondensator 8 verbunden ist, und der andere Pol der Primärwicklung 6 über einen Schalter 9 mit einem Pol der Sekundärwicklung 7 verbunden ist. Der andere Pol der Sekundärwicklung 7 ist über eine Diode 10 mit einem Glättungskondensator 11 am Betriebsspannungsausgang Vout verbunden. Zusätzlich ist eine Steuerschaltung 12 vorhanden, die eine Eingangsspannungsüberwachung 13 und eine Ausgangsspannungsüberwachung 14 aufweist. Die Steuerschaltung 12 steuert abhängig von den Spannungswerten der Überwachungen über eine Steuerleitung 15 den Schalter 9 an. Am Eingang des Spannungswandlers 16 ist zudem eine Z-Diode 17 angeordnet, die als Schutz für die Schaltung dient.

[0034] Die geregelte Ausgangsspannung Vout kann beispielsweise zum Laden eines Energiespeichers, beispielsweise ein Akku, verwendet werden.

[0035] In Fig. 3 ist eine alternative Ausführung einer Spannungsversorgung 4 gezeigt, die einen anderen Spannungswandler 16' aufweist. Der Spannungswandler 16' weist einen Transformator 5' mit einer Primärwicklung 6' und einer Sekundärwicklung 7' auf, wobei jeweils ein Pol der Primärwicklung 6' und der Sekundärwicklung 7' mit dem Gleichspannungsausgang VDC des Gleichrichters 1 und einem Speicherkondensator 8 verbunden sind. Weiterhin ist am Gleichspannungsausgang VDC eine Z-Diode 17 als Schutz für die Schaltung angeordnet. Der andere Pol der Primärwicklung 6 ist über einen Vorwiderstand 18 mit der Basis eines Bipolartransistors 19, im Beispiel ein npn-Transistor, verbunden. Der andere Pol der Sekundärwicklung 7' ist mit dem Kollektor des Transistors 19 und über eine Diode 10 mit einem Glättungskondensator 11 am Betriebsspannungsausgang Vout verbunden. Zudem ist eine Steuerschaltung 12' vorhanden, die eine Ausgangsspannungsüberwachung 14 und eine Steuerung 15 für den Bipolartransistor 19 aufweist, die mit der Basis des Transistors 19 verbunden ist. Dieser, auch als „Joule Thief“ bekannte, Spannungswandler 16' kann auch mit anderen Energiewandlern kombiniert werden, beispielsweise mit Solarzellen oder Thermoelementen, die bereits selbst eine Gleichspannung erzeugen und daher auf eine Gleichrichtung verzichtet werden kann.

[0036] Neben den hier gezeigten Spannungswandlern 16, 16' kann der erfindungsgemäße Gleichrichter 1 auch mit weiteren Spannungswandlern kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

1	Gleichrichter
2	Energiewandler
3	Eingangspol
4	Spannungsversorgung
5, 5'	Transformator
6, 6'	Primärwicklung
7, 7'	Sekundärwicklung
8	Speicherkondensator
9	Schalter
10	Diode
11	Glättungskondensator
12, 12'	Steuerschaltung
13	Eingangsspannungsüberwachung
14, 14'	Ausgangsspannungsüberwachung
15, 15'	Steuerleitung
16, 16'	Spannungswandler
17	Z-Diode
18	Vorwiderstand
19	Transistor
21	erste Brückenkreisseite
22	zweite Brückenkreisseite
Q1, Q2	p-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode

Q3, Q4	n-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode
VAC	Eingangswechselspannung
VDC	Ausgangsgleichspannung
V0	Massepotenzial
D	Bodydiode

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010045063 [\[0014\]](#)

Patentansprüche

1. Gleichrichterschaltung (1), insbesondere für Energiewandler (2), die mechanische Energie in elektrische Energie umwandeln, aufweisend eine Vollbrückenschaltung mit einem Wechselspannungseingang (VAC) und einem Gleichspannungsausgang (VDC), **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils auf einer Diagonalen der Vollbrückenschaltung zwei n-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q3, Q4) und zwei p-Kanal Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2) angeordnet sind, wobei jeweils die zwei Gate-Anschlüsse (G) der Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode auf einer ersten Brücken-zweigseite (21) der Vollbrückenschaltung miteinander und über Kreuz mit dem Eingangspol (3) einer zweiten Brücken-zweigseite (22) der Vollbrückenschaltung verbunden sind.

2. Gleichrichterschaltung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Gleichspannungsausgang (VDC) der Gleichrichterschaltung (1) eine 2-Diode (17) als Schutz angeordnet ist.

3. Gleichrichterschaltung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2, Q3, Q4) FET sind.

4. Gleichrichterschaltung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2, Q3, Q4) IG-FET sind.

5. Gleichrichterschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterschalter mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2, Q3, Q4) FREDFET sind.

6. Gleichrichterschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zu den Halbleiterschaltern mit integrierter Bodydiode (Q1, Q2, Q3, Q4) jeweils eine Schottkydiode (D) parallel geschaltet ist.

7. Spannungsversorgung (4) mit einer Gleichrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem elektromechanischen Energiewandler (2), der mechanische in elektrische Energie wandelt und der mit dem Wechselspannungseingang (VAC) des Gleichrichters verbunden ist und mit einem Spannungswandler (16), der die Gleichspannung des Gleichrichters (1) im Wesentlichen auf einen festen Ausgangsspannungswert regelt.

8. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der elektromechanische Energiewandler (2) eine Spule aufweist, in der eine Wechselspannung induziert wird ist.

9. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler (16) als Sperrwandler ausgebildet ist.

10. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler (16) einen Transformator (5) mit einer Primärwicklung (6) und einer Sekundärwicklung (7) aufweist, wobei ein Pol der Primärwicklung (6) mit dem Gleichspannungsausgang (VDC) des Gleichrichters (1) und einem Speicherkondensator (8) verbunden ist, und der andere Pol der Primärwicklung (6) über einen Schalter (9) mit einem Pol der Sekundärwicklung (7) verbunden ist, dass der andere Pol der Sekundärwicklung (7) über eine Diode (10) mit einem Glättungskondensator (11) am Betriebsspannungsausgang (Vout) verbunden ist.

11. Spannungsversorgung (4) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerschaltung (12) vorhanden ist, die eine Primärspannungsüberwachung (13) und eine Sekundärspannungsüberwachung (14) aufweist und eine Steuerung (15) für den Schalter (9).

12. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (9) als p-Kanal FET ausgebildet ist.

13. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler (16') einen Transformator (5') mit einer Primärwicklung (6') und einer Sekundärwicklung (7') aufweist, wobei jeweils ein Pol der Primärwicklung (6') und der Sekundärwicklung (7') mit dem Gleichspannungsausgang (VDC) des Gleichrichters (1) und einem Speicherkondensator (8) verbunden sind, dass der andere Pol der Primärwicklung (6') über einen Vorwiderstand (18) mit der Basis eines Transistors (19) verbunden ist, dass der andere Pol der Sekundärwicklung (7') mit dem Kollektor des Transistors (19) und über eine Diode (10) mit einem Glättungskondensator (11) am Betriebsspannungsausgang (Vout) verbunden ist.

14. Spannungsversorgung (4) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerschaltung (12') vorhanden ist, die eine Ausgangsspannungsüberwachung (14') und eine Steuerung (15') für den Transistor (19) aufweist, die mit der Basis des Transistors (19) verbunden ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

Fig. 3

