



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 12 477 T2** 2007.11.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 468 485 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 12 477.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/01556**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 710 687.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/063328**

(86) PCT-Anmeldetag: **17.01.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **31.07.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.10.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H02M 3/335** (2006.01)
H02M 1/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

350158 P	17.01.2002	US
346808	16.01.2003	US

(73) Patentinhaber:

Power Integrations Inc., San Jose, Calif., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL, SE

(72) Erfinder:

BALAKRISHNAN, Balu, Saratoga, CA 95070, US;
DJENGUERIAN, Alex B., Saratoga, CA 95070, US;
WONG, Kent, Fremont, CA 94555, US;
MATTHEWS, David Michael, Sunnyvale, CA 94085,
US; BIRCAN, Erdem, San Carlos, CA 94070, US

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFRECHTERHALTEN EINES KONSTANTEN LAST-STROMS IN EINEM SCHALTNETZTEIL**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Netzteile, und spezifischer auf Schaltnetzteile.

Hintergrundinformation

[0002] Bei vielen Anwendungen von Elektronikvorrichtungen, insbesondere dem Markt für die autonomen Adapter/Ladegeräte, wird eine ungefähr konstante Spannungs-/Stromausgangskennlinie gefordert. Bekannte Schaltnetzteilschaltungen, die eine konstante Ausgangsstrom- und Ausgangsspannungskennlinie bereitstellen, benutzen Schaltungen auf der Sekundärseite (oder Ausgangsseite) des Netzteils, die die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom messen und ein Feedbacksignal erzeugen. Das Feedbacksignal wird typisch an einen Reglerkreis auf der Primärseite des Netzteils durch eine Optokopplerkomponente übertragen. Dieses Feedbacksignal wird dann benutzt, um das Schalten eines Primärschalters zu steuern, um die geforderte Netzteilausgangskennlinie bereitzustellen.

[0003] Die spezifische Funktion, um einen konstanten Ausgangsstrom aufrechtzuerhalten, wird normalerweise mit sekundären Stromföhlwiderständen in Serie mit der Ausgangslast erreicht, die ein Spannungssignal bereitstellt, das proportional zum Strom ist, der durch die sekundären Stromföhlwiderstände fließt. Dieses Spannungssignal wird dann benutzt, um ein Feedbacksignal bereitzustellen, das seinerseits zur Steuerung des Leistungsschalters benutzt wird.

[0004] Eine andere Technik, einen ungefähr konstanten Ausgangsstrom bereitzustellen, besteht darin, dass man Information über die Ausgangsspannung des Netzteils aus der Hilfswicklung des Netzteiltransformators auf der Primärseite des Netzteils ableitet. Diese Information wird dann benutzt, um die Primärschalterstromgrenzschwelle unabhängig von dem für den Primärregelkreis erforderlichen Versorgungsstrom einzustellen.

[0005] Es wird auf US 6,233,161 und Leman, B.R. „Three-terminal power IC cuts off-line flyback switcher size and cost“ Power Conversion & Intelligent Motion, Intertec Communications, Venture, CA, August 1995, Seiten 15–28, XP009005789, ISSN 0885-0259, hingewiesen, wo bekannte Vorrichtungen gezeigt werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es wird eine Reglerschaltung offenbart, die

eine ungefähr konstante Stromausgangskennlinie aufrechterhält. In einem anderen Aspekt steuert eine offenbarte Reglerschaltung einen Schalter, der eine Stromgrenzschwelle aufweist. Eine Versorgungsklemme und eine Feedbackklemme des Reglers sind als Klemme zusammengeschaltet, so dass ein Shuntreglerstrom der Klemmenstrom ist, der den Überschuss an internem Verbrauch des internen Versorgungsstroms des Reglers darstellt. Die Stromgrenzschwelle des Schalters wird in Abhängigkeit vom Shuntreglerstrom geändert. In einer Ausführungsform liegt die Verbindung der Versorgungsklemme und des Feedbackklemme außerhalb des Reglers. In einer anderen Ausführungsform liegt die Verbindung der Versorgungsklemme und der Feedbackklemme innerhalb des Reglers. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle des Schalters mit den zunehmenden Shuntreglerstrom erhöht. In einer anderen Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle des Schalters mit dem zunehmenden Shuntreglerstrom gesenkt. In einer Ausführungsform sind der Schalter und der Regler auf einem monolithischen Chip integriert. In einer Ausführungsform ist der Schalter ein Metalloxidfeldeffekttransistor (MOSFET). In einer anderen Ausführungsform ist der Schalter ein bipolarer Transistor. In einer Ausführungsform wird der Regler in einem Schaltnetzteil benutzt. In einer Ausführungsform wird der Regler in einem Schaltnetzteil mit einer ungefähr konstanten Ausgangsspannungs- und Ausgangsstromkennlinie benutzt.

[0007] In einem anderen Aspekt, steuert eine offenbarte Reglerschaltung einen Schalter, der eine Stromgrenzschwelle hat. Ein Steuereingang der Reglerschaltung nimmt einen Strom auf, der die Summe aus dem internen, von der Reglerschaltung verbrauchten Versorgungsstrom und dem Feedbackstrom dargestellt. Die Stromgrenzschwelle des Schalters wird als Funktion des Feedbackstroms geändert. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle des Schalters mit zunehmendem Feedbackstrom gesenkt. In einer Ausführungsform sind der Schalter und der Regler auf einem monolithischen Chip integriert. In einer Ausführungsform ist der Schalter ein MOSFET. In einer anderen Ausführungsform ist der Schalter ein bipolarer Transistor. In einer Ausführungsform wird der Regler in einem Schaltnetzteil benutzt. In einer Ausführungsform wird der Regler in einem Schaltnetzteil mit einer ungefähr konstanten Ausgangsspannungs- und Ausgangsstromkennlinie benutzt. Zusätzliche Kennzeichen und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlicher aus der ausführlichen Beschreibung und der angehängten Figuren.

[0008] Nach der Erfindung wird ein Regler nach Patentanspruch 1 bereitgestellt. Bevorzugte Kennzeichen werden nach den Ansprüchen 2 bis 9 bereitgestellt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die vorliegende Erfindung wird beispielhaft und nicht begrenzenden in den angehängten Zeichnungen dargestellt.

[0010] [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform eines Netzteils mit einer ungefähr konstanten Ausgangsspannungs- und Ausgangsstromkennlinie nach den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0011] [Fig. 2](#) zeigt eine andere Ausführungsform eines Netzteils nach den Lehren der vorliegenden Erfindung, wobei das Energietransferelement eine getrennte Feedback-/Vorspannungswindung zur Erzeugung eines Steuerstroms für den Regler.

[0012] [Fig. 3](#) zeigt noch eine andere Ausführungsform eines Netzteils mit einer ungefähr konstanten Ausgangsspannungs- und Ausgangsstromkennlinie nach den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0013] [Fig. 4](#) zeigt eine Ausführungsform der Transferfunktion einer Reglerschaltung in einem Schaltenteil nach den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0014] [Fig. 5](#) ist ein Blockschema einer Ausführungsform der Reglerschaltung, wie es auf den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) nach den Lehren der vorliegenden Erfindung zu sehen ist.

[0015] [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Netzteilreglerschaltung nach den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0016] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm das die typischen Beziehungen zwischen dem Ausgangsstrom und der Ausgangsspannung einer Ausführungsform des Netzteils nach den Lehren der vorliegenden Erfindung darstellt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Es werden Ausführungsformen von Verfahren und Vorrichtungen, die eine ungefähr konstante Ausgangsstromkennlinie mit einer Reglerschaltung aufrechterhalten, offenbart. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Einzelheiten dargelegt, um ein gründliches Verständnis der vorliegenden Erfindung zur Verfügung zu stellen. Der Fachmann kennt jedoch die zur Ausführung der vorliegenden Erfindung erforderlichen Einzelheiten. In anderen Fällen sind gut bekannte Materialien und Verfahren nicht in allen Einzelheiten beschrieben worden, um eine OBSCURING der vorliegenden Erfindung zu vermeiden.

[0018] Die Bezeichnung „eine Ausführungsform“ in dieser Beschreibung bedeutet, dass ein besonderes Merkmal, eine besondere Struktur oder ein beson-

ders Kennzeichen in Verbindung mit der Ausführungsform in mindestens eine Ausführungsform der Erfindung eingeschlossen ist. So bezieht sich der Satz „in einer Ausführungsform,“ an verschiedenen Orten dieser Beschreibung nicht notwendigerweise auf dieselbe Ausführungsform. Außerdem können besondere Merkmale, Strukturen oder Kennzeichen auf jede beliebige Weise in einer oder mehreren Ausführungsformen kombiniert werden.

[0019] Verschiedene Ausführungsformen nach den Lehren der vorliegenden Erfindung richten sich auf Netzteilregler die ungefähr konstante Spannungs- und Stromausgangskennlinien bereitstellen, ohne ein sekundäres Feedback von der Quelle wie einen Optokoppler zu brauchen. Wie gezeigt werden wird, umfassen die Ausführungsformen Verfahren zur Einstellung des Einschaltverhältnisses und der Stromgrenze des Leistungsschalters als Funktion des Steuerstroms um diese ungefähr konstanten Spannungs- und Stromausgangskennlinien aufrechtzuerhalten. Außerdem umfassen die Ausführungsformen nach den Lehren der vorliegenden Erfindung eine Reglerschaltung die die Feedbackinformation auf der Netzteilausgangsspannung von einem Steuerstrom ableitet der beides, den Feedbackstrom und den internen Versorgungsstrom für die Reglerschaltung, kombiniert.

[0020] In einer Ausführungsform umfasst ein Verfahren nach den Lehren der vorliegenden Erfindung zur Erzeugung einer ungefähr konstanten Spannungs- und Stromausgangskennlinie die Einstellung der Stromgrenzschwelle und des Einschaltverhältnisses eines Leistungsschalters als Funktion des Steuerstroms den der Regler aufnimmt. Das Niveau des Steuerstroms bestimmt die Funktionsart des Reglers. Bei niedrigeren Steuerstromniveaus hält der Regler einen ungefähr konstanten Ausgangsstrom aufrecht. In einer Ausführungsform wird das dadurch vorgenommen, dass die Stromgrenzeschwelle des Schalters in dem Maße angehoben wird wie der Steuerstrom zunimmt. Bei höheren Steuerstromniveaus hält der Regler eine ungefähr konstante Ausgangsspannung aufrecht, indem das Einschaltverhältnis gesenkt wird.

[0021] In einer Ausführungsform wird die Feedbackinformation von einer reflektierten Spannung abgeleitet, die erstrangig gleich der Ausgangsspannung multipliziert mit dem Transformatorwindungsverhältnis ist. In einer Ausführungsform ist die reflektierte Spannung die durch das Energietransferelement von der Sekundärseite zur Primärseite reflektierte Spannung. Die reflektierte Spannungsinformation wird in einen Steuerstrom konvertiert und an eine Steuerklemme des Reglers geliefert. Der Regler umfasst eine Versorgungsklemme und eine Feedbackklemme die entweder intern mit dem Regler oder extern mit dem Regler verbunden sind, um die Steuerklem-

me zu bilden.

[0022] In einer Ausführungsform umfasst die Feedbackklemme einen Shuntregler, der auf den Steuerstrom an der Steuerklemme reagiert, der höher als der von der Versorgungsklemme angeforderte interne Versorgungsstrom ist, der vom Chipregler verbraucht wird. Eine Stromgrenzschialtung, die einen Komparator umfasst, wird benutzt, um die Stromgrenze des Leistungsschalters im Regler einzustellen. Die Stromgrenze reagiert auf den Shuntreglerstrom. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle erhöht wenn der Shuntreglerstrom zunimmt um eine ungefähr konstante Netzteil Ausgangsstromkennlinie bereitzustellen. Die reflektierte Spannung in einem Schaltnetzteil variiert nicht linear mit der Ausgangsspannung des Schaltnetzteils, so kann es in einer Ausführungsform verschiedene Steigungen der Stromgrenze bei verschiedenen Niveaus des Shuntreglerstroms geben.

[0023] Wie vorher festgestellt, wird die Einstellung der Stromgrenzschwelle zur Aufrechterhaltung einer ungefähr konstanten Ausgangsstromkennlinie nur bei niedrigeren Steuerstromniveaus vorgenommen. Bei höheren Steuerstromniveaus hält der Regler eine ungefähr konstante Ausgangsspannung aufrecht, indem die auf dem Shuntreglerstrom, der höher als eine Schwelle ist, basierendes Einschaltverhältnis modifiziert wird. Der Shuntreglerstrom ist der Steuerstrom, der höher als der vom Chip verbrauchte interne Versorgungsstrom ist. Der Shuntreglerstrom wird durch einen Referenzwiderstand in ein Spannungsniveau konvertiert, und wird benutzt, um das Einschaltverhältnis zu modulieren. Das Spannungsniveau durch den Referenzwiderstand ist im wesentlichen Null bis die Shuntreglerstromschwelle erreicht ist, an welcher Stelle das Spannungsniveau durch den Referenzwiderstand im Verhältnis zum Shuntreglerstrom zuzunehmen beginnt.

[0024] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform eines Schaltnetzteils, das eine ungefähr konstante Spannungs- und Stromausgangsstromkennlinie nach den Lehren der vorliegenden Erfindung hat. Die Feedbackinformation wird einem Netzteilregler **150** an seiner Steuerklemme bereitgestellt. Der Netzteilregler **150** umfasst auch einen Leistungsschalter der zwischen den Klemmen Drain und Quelle geschaltet ist. Der Strom an der Klemme ist proportional zur Spannung durch den Widerstand **135**, der seinerseits auf die Spannung am DC-Ausgang **100** reagiert. Im Betrieb kann der Strom oder nicht durch den Leistungsschalter entsprechend seinem Einschaltverhältnis fließen. In einer Ausführungsform reduziert der Netzteilregler **150** das Einschaltverhältnis des Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **135** über eine Schwelle steigt und sich der DC-Ausgang **100** im Spannungsreglungsmodus befindet. Der Netzteilregler **150** reduziert die Stromgrenzschwelle des

Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **135** unter eine Schwelle sinkt. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle als Funktion der Spannung durch den Widerstand **135** gesenkt, um den Ausgangslaststrom ungefähr konstant zu halten. So wird der Laststrom durch die Stromgrenzschwelle des Leistungsschalters im Netzteilregler **150** gesteuert.

[0025] In der gezeigten Ausführungsform ist der Kondensator **175** der Bypasskondensator des Reglers, und der Kondensator **140** ist das Speicherelement für die reflektierte Spannung, die durch das Energietransferelement **120** von der Sekundärseite **115** zur Primärseite **125** reflektiert ist. Die reflektierte Spannung wird über die Diode **130** in jedem Zyklus zugeführt, wenn der Leistungsschalter ausgeschaltet ist. Die Diode **130** und der Kondensator **140** wirken auch als Spannungsklemme, um den Leistungsschalter im Netzteilregler **150** zu schützen. Auf der Sekundärseite **115** des Energietransferelements **120**, richtet der Gleichrichter **110** die geschaltete Energie gleich und das Speicherelement **105** speichert die Energie, die am DC-Ausgang **100** zur Verfügung stehen soll.

[0026] Die [Fig. 2](#) zeigt eine andere Ausführungsform des Schaltnetzteils, wobei das Energietransferelement **220** eine getrennte Feedback-/Vorspannungswindung zur Erzeugung des Steuerstroms für den Netzteilregler **150** nach den Lehren der vorliegenden Erfindung aufweist. Das Netzteil hat eine ungefähr konstante Spannungs- und Stromausgangsstromkennlinie. Die Feedbackinformation wird dem Netzteilregler **150** an seiner Steuerklemme bereitgestellt. Der Regler umfasst auch einen zwischen die Drain- und Source-Klemmen – geschalteten Leistungsschalter. Der Strom an der Steuerklemme ist proportional zur Spannung durch den Widerstand **235**, welcher seinerseits auf die Spannung DC-Ausgang **200** reagiert. In einer Ausführungsform reduziert der Netzteilregler **150** das Einschaltverhältnis des Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **235** über eine Schwelle ansteigt, und der DC-Ausgang **200** befindet sich im Spannungsreglungsmodus. Der Netzteilregler **150** reduziert die Stromgrenzschwelle des Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **235** unter eine Schwelle absinkt. Die Stromgrenzschwelle ist als Funktion der Spannung durch den Widerstand **235** reduziert worden, um den Ausgangslaststrom ungefähr konstant zu halten. So wird der Laststrom durch die Stromgrenzschwelle des Leistungsschalters im Netzteilregler **150** gesteuert. Der Kondensator **275** ist das Bypassspeicherelement des Reglers und der Kondensator **270** ist das Speicherelement für die durch das Energietransferelement **220** von der Sekundärseite **215** zur Feedback-/Vorspannungswindung reflektierte Spannung. Die reflektierte Spannung wird über die Diode **230** in jedem Zyklus einge-

speist wenn der Leistungsschalter ausgeschaltet ist. Die Diode **260**, der Kondensator **240** und der Widerstand **245** reagieren als Spannungsklemmen um den Leistungsschalter im Netzteilregler **150** zu schützen. Auf der Sekundärseite **215** des Energietransferelements **220**, richtet der Gleichrichter **210** die geschaltete Energie gleich und das Speicherelement **205** speichert die Energie um am DC-Ausgang **200** zur Verfügung zu stehen.

[0027] Die [Fig. 3](#) zeigt noch eine andere Ausführungsform eines Schaltnetzteils, der eine ungefähr konstante Spannungs- und Stromausgangsstromkennlinie nach den Lehren der vorliegenden Erfindung hat. Die Feedbackinformation wird dem Netzteilregler **150** an seiner Steuerklemme zur Verfügung gestellt. Der Netzteilregler **150** umfasst auch einen Leistungsschalter, der zwischen den Klemmen Drain und Source geschaltet ist. In einer Ausführungsform ist der Strom an der Steuerklemme des Netzteilreglers **150** proportional zur Spannung durch den Widerstand **335**, die ihrerseits proportional zur Spannung am DC-Ausgang **300** ist. In einer Ausführungsform reduziert der Netzteilregler **150** das Einschaltverhältnis des Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **335** über eine Schwelle ansteigt und der DC-Ausgang **300** befindet sich im Spannungsregelungsmodus. Der Netzteilregler **150** reduziert die Stromgrenzschwelle des Leistungsschalters wenn die Spannung durch den Widerstand **335** sinkt. Die Stromgrenzschwelle ist als Funktion der Spannung durch den Widerstand **335** reduziert um den Ausgangslaststrom ungefähr konstant einzusteuern. Der Kondensator **375** ist das Bypassspeicherelement und der Kondensator **370** ist das Speicherelement für die Spannung auf dem DC-Ausgang **300**, die über die Diode **330** zurückgespeist wird. Auf einer Seite des induktiven Energietransferelements **380**, wird die transferierte Energie im Speicherelement **305** gespeichert, um am DC-Ausgang zur Verfügung zu stehen. Das induktive Energietransferelement **380** speichert die Energie während des aktiven Teils des Zyklus wenn der Netzteilregler **150** den Strom zwischen dem Drain und der Quelle leitet. Die gespeicherte Energie wird zum Knoten **310** während des inaktiven Teils der Zyklus durch die Diode **360** geliefert.

[0028] Die [Fig. 4](#) zeigt eine Ausführungsform der Transferfunktion des Netzteilreglers **150** in einem Schaltnetzteil nach den Lehren der vorliegenden Erfindung. Die Kurve **400** zeigt eine Ausführungsform der Strombegrenzungskennlinie des Leistungsschalters als Funktion des Steuerklemmenstroms **410**. Der linke Teil **420** dieses Diagramms bezieht sich auf den konstanten Ausgangsstromteil der Kennlinie. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle, um einen ungefähr konstanten Ausgangsstrom aufrecht zu erhalten, graduell als Funktion des Steuerklemmenstroms angehoben. Wie vorher beschrieben, ist die Steigung der Stromgrenzschwelle gegen den

Steuerstrom nicht notwendigerweise konstant. Die Kurve **430** ist eine Zeichnung des Einschaltverhältnisses als Funktion des Steuerklemmenstroms **410**. Der rechte Teil bezieht sich auf den konstanten Ausgangsspannungsabschnitt **440** der Kennlinie. Wie es auf der Kurve zu sehen ist, findet die Reduktion des Einschaltverhältnisses statt, nachdem der Steuerstrom eine Steuerstromschwelle überschreitet. Wenn das Einschaltverhältnis unter 2% sinkt, wird der Bereich der Frequenzreduktion **450** eingegeben und die Schaltfrequenz wird reduziert.

[0029] [Fig. 5](#) ist ein Blockschema einer Ausführungsform des Netzteilreglers **150**, wie er auf den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) nach den Lehren der vorliegenden Erfindung zu sehen ist. In einer Ausführungsform ist der Netzteilregler **150** in einem monolithischen Chip implementiert. In anderen Ausführungsformen wird es geschätzt, dass einige Funktionen des Netzteilreglers **150**, wie z.B. der Leistungsschalter **547** extern eingeschlossen sind. In einer Ausführungsform kann der Netzteilregler **150** in ein Schaltnetzteil eingeschlossen sein. Wie es auf der gezeigten Ausführungsform zu sehen ist, umfasst der Netzteilregler **150** eine Steuerklemme **545**, eine Drainklemme **541** und eine Quellklemme **543**. Der Netzteilregler **150** umfasst auch die Ladeschaltung **503**, eine Steuerklemmenreglerschaltung **509**, einen Stromgrenzregelungsblock **511**, einen Leistungsschalter **547** und eine Leistungsschaltersteuerschaltung **549**. Die Steuerklemmenreglerschaltung **509** und die Ladeschaltung **503** halten die Steuerklemme **545** auf einem vorbestimmten konstanten Spannungsniveau. Die Steuerreglerklemmenschaltung **509** akzeptiert auch das Feedback basierend auf dem Steuerstrom von der Steuerklemme **545** und konvertiert es in Signale die gesendet worden sind, um das Einschaltverhältnis in der Steuerschaltung **549** und die Stromgrenzschwelle in der Stromgrenzeinstellschaltung **511** einzustellen. Der Steuerstrom von der Steuerklemme **545** wird benutzt, um beides, die Stromgrenzschwelle und seine Steigung einzustellen. Die Einleitung der Schaltverhältniseinstellung wird durch eine Steuerstromschwelle gesteuert. Die Steuerschaltung **549** bestimmt, wenn der Leistungsschalter **547** mit dem Schalten beginnt. Das Ende der Schaltung wird durch die Höhe des Steuerstroms von der Steuerklemme **545** gesteuert und wird entweder durch das Einschaltverhältnis oder die von der Steuerschaltung **549** in Abhängigkeit vom Betriebsbereich begrenzte Stromgrenzschwelle begrenzt. Die Information über das Stromniveau im Leistungsschalter **547** wird zur Strombegrenzungsschaltung in der Steuerschaltung **549** von der Drainklemme **541** zurückgespeist.

[0030] [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Netzteilreglers **150** nach den Lehren der vorliegenden Erfindung. Der Netzteil **547** ist zwischen die Drainklemme **541** und die Quell-

klemme **543** geschaltet. In einer Ausführungsform ist die Quellschleife **543** an die Erde angeschlossen. Eine Steuerklemmenreglerschaltung **509** ist an die Steuerschaltung **549** durch ein Signal **644** gekoppelt. In einer Ausführungsform ist die Steuerklemme **545** die kombinierte elektrische Klemme die an alle Blöcke des Netzteilreglers **150** einen internen Versorgungsstrom und einen Feedbackstrom liefert. In der Tat dient in der dargestellten Ausführungsform die Steuerklemme **545** als Versorgungsklemme zur Aufnahme des internen Versorgungsstroms und eine Feedbackklemme zur Aufnahme des Feedbackstroms. In der dargestellten Ausführungsform wird es geschätzt, dass die Verbindung der Feedbackklemme und der Versorgungsklemme außerhalb des Netzteilreglers auch die kombinierte elektrische Klemme der Steuerklemme **545** bilden können. In einer Ausführungsform umfasst die Steuerklemmenreglerschaltung **509** einen Shuntreglerblock, der einen Komparator **639**, Widerstände **633**, **635** und **637** und Transistoren **641** und **643** umfasst.

[0031] Die Stromgrenzfunktion des Netzteilreglers **150** wird durch den Komparator **671**, die Schaltung zum Ausblenden der ansteigenden Flanke **667** und den UND-Gatter **661** bereitgestellt. Wenn der Steuerstrom unter der Einschaltverhältniseinstellschwelle liegt, moduliert der Steuerstrom die Stromgrenzschwelle. Der von den Transistoren **694** und **643** gebildete Stromspiegel spiegelt den Shuntreglerstrom so dass er zur Modulation der Stromgrenzschwelle benutzt werden kann. In einer Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle durch eine Erhöhung des Shuntreglerstroms oder des Feedbackstroms angehoben. In einer anderen Ausführungsform wird die Stromgrenzschwelle durch eine Erhöhung des Shuntreglerstroms oder des Feedbackstroms gesenkt. Die Modulation tritt auf sobald der Steuerklemmenstrom den internen Versorgungsstrom des Chips übersteigt. Dieser den Transistor **643** durchquerende Überstrom ist der Shuntreglerstrom oder der Feedbackstrom. Wenn der Strom durch den Transistor **694** zunimmt, nimmt der Strom durch den Transistor **696** um einen gleichen Betrag zu. Der Strom durch den Transistor **686** der Stromgrenzeinstellschaltung **511** steigt linear mit dem Strom durch den Transistor **696** an. Die Eigenstromgrenze wird durch die Stromquelle **680** eingestellt. Die Eigenstromgrenze ist die Stromgrenzschwelle des Leistungsschalters, wenn der Steuerstrom unter dem internen Versorgungsstrom des Chips liegt. Sobald der Steuerstrom den internen Versorgungsstrom des Chips übersteigt, steigt der Strom durch den Transistor **686** in Bezug auf den Steuerklemmenstrom an. Da der Transistor **686** parallel zur Stromquelle **680** geschaltet ist, hat diese Zunahme des Steuerstroms eine Zunahme der Stromgrenzschwelle zur Folge. Diese Zunahme der Stromgrenzschwelle ist so konstruiert, dass der Ausgangsstrom auf einem ungefähr konstanten Niveau in diesem Betriebsbereich aufrechterhalten wird. Es

werden verschiedene Steigungen bei verschiedenen Werten des Steuerstroms wegen der Tatsache gefordert, dass eine Nichtlinearität in der Beziehung zwischen der reflektierten Spannung und der Ausgangsspannung existiert, und es existieren Nichtlinearitäten zwischen dem Drainstrom des Leistungsschalters und dem Ausgangsstrom des Netzteils. In der Theorie können diese verschiedenen Steigungen für verschiedenen Punkte der Kurve der Stromgrenzschwelle als Funktion des Steuerstroms durch die Löschsaltung erhalten werden. Diese Löschsaltung besteht aus den Transistoren **692**, **690** und **688** und der Stromquelle **684**. Der Strom durch den Transistor **692** steigt auch linear in Bezug auf den Steuerstrom an. Das hat eine Zunahme des Stroms im Transistor **690** und auch im Transistor **688** zur Folge sobald der Strom durch **692** über die durch die Stromquelle **684** eingestellte Schwelle ansteigt. Diese Schwelle soll auftreten, wenn der Steuerstrom das Steuerstromniveau zur Einstellung der Steigung der Stromgrenzschwelle als Funktion des Steuerstroms (I_{CL} **460** auf der [Fig. 4](#)) übersteigt. Sobald diese Schwelle überschritten ist, ist der Transistor **688** so konstruiert, dass er die zur Einstellung der Neigung der Stromgrenzschwelle als Funktion des Steuerstroms auf den gewünschten Wert erforderliche zusätzliche Stromhöhe leitet.

[0032] In einer Ausführungsform wird der Shuntreglerblock benutzt, um eine Steuerklemmenregelungsspannung an der Steuerklemme **545** aufrechtzuerhalten. In einer Ausführungsform ist die Steuerklemmenregelungsspannung ungefähr 5,7 Volt. Der Impulsbreitenmodulator implementiert die Spannungsmodussteuerung indem der Leistungsschalter mit einem Einschaltverhältnis betrieben wird, das umgekehrt proportional zum Strom in der Steuerklemme ist, der höher als eine Shuntreglerstromschwelle ist. Der Shuntreglerstrom durchquert die Transistoren **641** und **643**. Die Transistoren **643** und **647** bilden einen Stromspiegel. Wenn der Shuntreglerstrom die durch die Stromquelle **645** eingestellte Schwelle übersteigt, beginnt das Feedbacksignal, das Einschaltverhältnis des Leistungsschalters **547** zu modulieren. Der Strom im Widerstand **610** ist im wesentlichen Null bis die durch die Stromquelle **645** eingestellte Shuntreglerstromschwelle erreicht ist. Dieses Feedbackstromsignal wird dann unter Benutzung des Transistors **647** extrahiert. Die Spannung am negativen Eingang des Komparators **657** der Steuerschaltung **549** ist das extrahierte Feedbackspannungssignal **644**. Die extrahierte Feedbackspannung **644** moduliert das Einschaltverhältnis basierend auf dem Shuntreglerstromsignal, dass höher als die Schwelle der Stromquelle **645** ist. Wenn der Shuntreglerstrom unter der Schwelle der Stromquelle **645** liegt, bleibt die Spannung am negativen Eingang des Komparators **657** hoch und der Ausgang des Komparators **657** bleibt niedrig. Da der Strom durch den Shuntregler zunimmt, nimmt die Spannung am

negativen Ausgang des Komparators **657** linear ab. Der Ausgang des Komparators **657** wird während des vom Shuntreglerstrom bestimmten Zyklus zunehmen. Wenn der Ausgang des Komparators **657** ansteigt, steigt der Ausgang des ODER-Gatters **659** an und die Sperrschaltung **663** wird rückgestellt. Diese Schaltung hält das Einschaltverhältnis so aufrecht, dass es ungefähr konstant vom Nullsteuerstrom bis zur Steuerstromschwelle für die Einschaltverhältnisreduktion (I_{DCS} **470** in der [Fig. 4](#)) ist. Nachdem der Steuerstrom I_{DCS} übersteigt, wird das Einschaltverhältnis des Leistungsschaltes **547** als Funktion des Steuerstroms reduziert, um eine konstante Ausgangsspannung aufrechtzuerhalten.

[0033] So werden Netzteile, die diesen Regler benutzen, eine ungefähr konstante Ausgangsstromkennlinie zeigen, wenn der Steuerklemmenstrom unter I_{DCS} liegt und eine ungefähr konstante Ausgangsspannungskennlinie zeigen, wenn der Steuerklemmenstrom über I_{DCS} liegt. Der intermediäre Betriebsbereich ist der konstante Leistungsbereich, der so weit wie möglich minimiert werden sollte.

[0034] Während des Hochfahrens, wenn die Spannung durch die kombinierte elektrische Steuerklemme **545** die Steuerklemmenregelspannung (z.B. 5,7 Volt) erreicht, schaltet sich der Transistor **629** an und zieht den Eingang des Inverters **609** nach oben. Der Ausgang des Inverters **609** sinkt dann ab um eine Sperrschaltung einschließlich der NAND-Gatter **611** und **613** einzustellen. Der Ausgang des NAND-Gatters **613** sinkt und der Ausgang des Inverters **615** steigt an. Das Gatter des Transistors **605** wird nach oben gezogen, wodurch der Transistor **605** angeschaltet wird, was das Gatter des Transistors **601** nach unten zieht, wodurch die Hochspannungsstromquelle der Ladeschaltung **503** ausgeschaltet wird. In einer Ausführungsform umfasst die Hochspannungsstromquelle der Ladeschaltung **503** den Transistor **601**.

[0035] In einer Ausführungsform ist der Ausgang des NAND-Gatters **613** an den Autorestart-Zähler **625** gekoppelt. Wenn der Ausgang des NAND-Gatters **613** sinkt, steigt der Ausgang des Autorestart-Zählers **625** an, um das NAND-Gatter **665** zu starten, wodurch der Leistungsschalter **547** in die Lage versetzt wird, zum Ausgang des Inverters **669** durchzuschalten. In einer Ausführungsform umfasst der Leistungsschalter **547** einen Leistungs-MOSFET **673**, der in Serie mit dem Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor (JFET) **675** zwischen der Drainklemme **541** und der Quellschleife **543** geschaltet ist. In einer anderen Ausführungsform wird geschätzt, dass der Leistungsschalter **547** implementiert werden kann, indem andere Transistortechniken wie z.B. ein bipolarer Flächentransistor oder eine andere Art von Leistungsschalter benutzt werden.

[0036] In einer anderen Ausführungsform ist die Steuerklemmenregelspannung der Steuerklemmenreglerschaltung **509** auf 5,7 Volt eingestellt. In einer anderen Ausführungsform gibt es einen Kondensator, der extern an die Steuerklemme **545** angeschlossen ist. Wenn das Schalten des Leistungsschaltes **547** beginnt, sinkt die Spannung an der Steuerklemme **545** langsam, aber nicht an der Ladeschaltung **503**. Dieser Spannungsabfall setzt sich fort, bis dass der Ausgang des Netzteils seinen Regelwert erreicht.

[0037] Unter Fehlerbedingungen wie z.B. ein Ausgangskurzschluss oder eine offene Schleife, entlädt der an die Steuerklemme gekoppelte externe Kondensator bis 4,7 V und der Ausgang des Komparators **627** sinkt um die Sperrschaltung einschließlich der NAND-Gatter **611** und **613** rückzustellen und den Ausgang des Inverters **615** sinkt ab um Transistor **605** abzuschalten. Das versetzt die Ladeschaltung **503** in die Lage, den an die Steuerklemme **545** gekoppelten externen Kondensator zu laden. Der Ausgang des Autorestart-Zählers **625** sinkt ebenfalls ab wodurch der Leistungsschalter **547** außer Stand gesetzt wird, zu schalten. In einer Ausführungsform kann der Autorestart-Zähler **625** so konstruiert werden, dass er z.B. bis zu 8 Entladezyklen/Ladezyklen für den Ausgang hochzählt, um wieder gestartet zu werden.

[0038] Die [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, das die typischen Beziehungen zwischen dem Ausgangsstrom und der Ausgangsspannung einer Ausführungsform des Netzteils nach den Lehren der vorliegenden Erfindung darstellt. Wie es aus der Kurve **700** zu sehen ist, zeigt eine Ausführungsform des Netzteils nach den Lehren der vorliegenden Erfindung eine ungefähr konstante Ausgangsstrom- und eine ungefähr konstante Ausgangsspannungskennlinie. Das bedeutet, während der Ausgangsstrom zunimmt, bleibt die Ausgangsspannung ungefähr konstant bis der Ausgangsstrom eine Ausgangsstromschwelle erreicht. Während der Ausgangsstrom sich der Ausgangsstromschwelle nähert, nimmt die Ausgangsspannung ab, während der Ausgangsstrom ungefähr konstant während des Abfalls der Ausgangsspannung bleibt. Wie gezeigt kann der Ausgangsstrom reduziert werden oder eine gewisse Ausgangsspannung fallen. Es wird geschätzt, dass die ungefähr konstante Ausgangsspannungs- und die ungefähr konstante Ausgangsstromkennlinie der vorliegenden Erfindung für Batterieladungsanwendungen oder etwas ähnliches geeignet sind.

Patentansprüche

1. Regler (**150**), umfassend:
einen Schalter (**547**), der zwischen ein erstes (**541**) und ein zweites (**543**) Endgerät gekoppelt ist;
eine an den Schalter (**547**) gekoppelte Steuerschaltung (**549**), um einen Strom durch den Schalter (**547**)

zu steuern; und

eine an die Steuerschaltung (549) und ein Steuerendgerät (545) gekoppelte Reglerschaltung (509), wobei das Steuerendgerät (545) geschaltet ist, um einen Steuerstrom einschließlich eines internen Versorgungsstroms des Reglers (150) und einen Feedbackstrom zu empfangen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reglerschaltung (509) in Antwort auf den Feedbackstrom eine Stromgrenzschwelle des Schalters (547) einstellt, und dadurch, dass die Steuerschaltung (549) den Strom durch den Schalter (547) in Antwort auf die Stromgrenzschwelle steuert.

2. Regler (150) nach Anspruch 1, wobei eine Stromgrenzeinstellschaltung (511) geschaltet ist, um die Stromgrenzschwelle in Antwort auf eine Erhöhung des Feedbackstroms zu erhöhen.

3. Regler (150) nach Anspruch 1, wobei eine Stromgrenzeinstellschaltung (511) geschaltet ist, um die Stromgrenzschwelle in Antwort auf eine Erhöhung des Feedbackstroms zu reduzieren.

4. Regler (150) nach Anspruch 1, wobei der Regler (150) in ein Schaltnetzteil integriert ist.

5. Regler (150) nach Anspruch 4, wobei das Schaltnetzteil über eine ungefähr konstante Ausgangsspannungs- und Ausgangsstrom-Kennlinie verfügt.

6. Regler (150) nach Anspruch 1, wobei die Reglerschaltung (509) einen Shuntregler (633, 635, 637, 639, 641, 643) umfasst, der an das Steuerendgerät (545) gekoppelt ist, um einen Shuntreglerstrom vom Steuerendgerätstrom abzuzweigen.

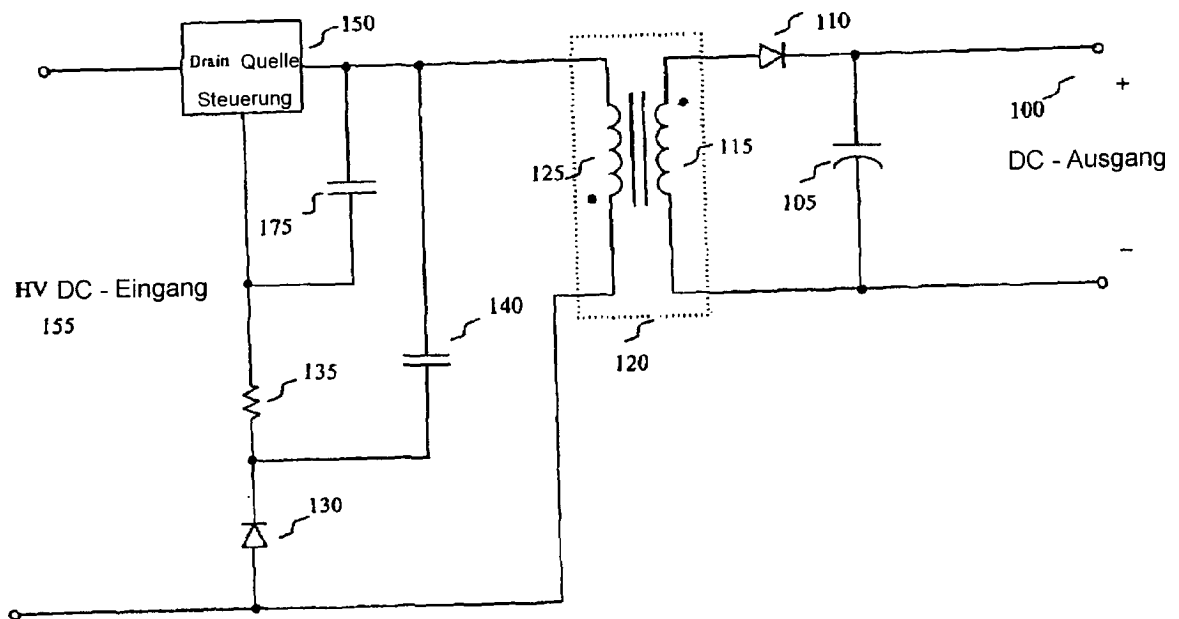
7. Regler (150) nach Anspruch 6, wobei der Shuntreglerstrom der beim internen Versorgungsstrom überschüssige Steuerendgerätstrom ist.

8. Regler (150) nach Anspruch 6, wobei der Feedbackstrom der Shuntreglerstrom ist.

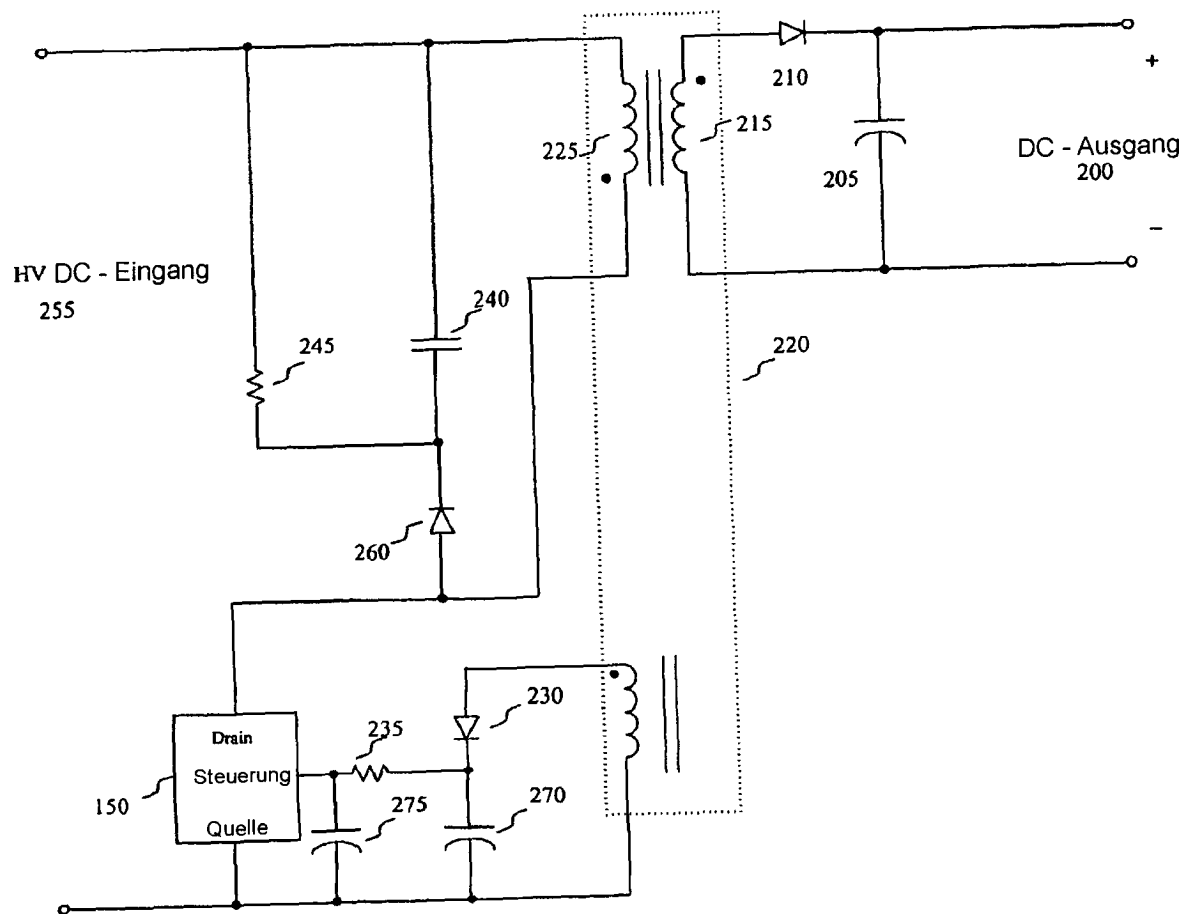
9. Regler (150) nach Anspruch 1, wobei der Regler in einen monolithischen Baustein integriert ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

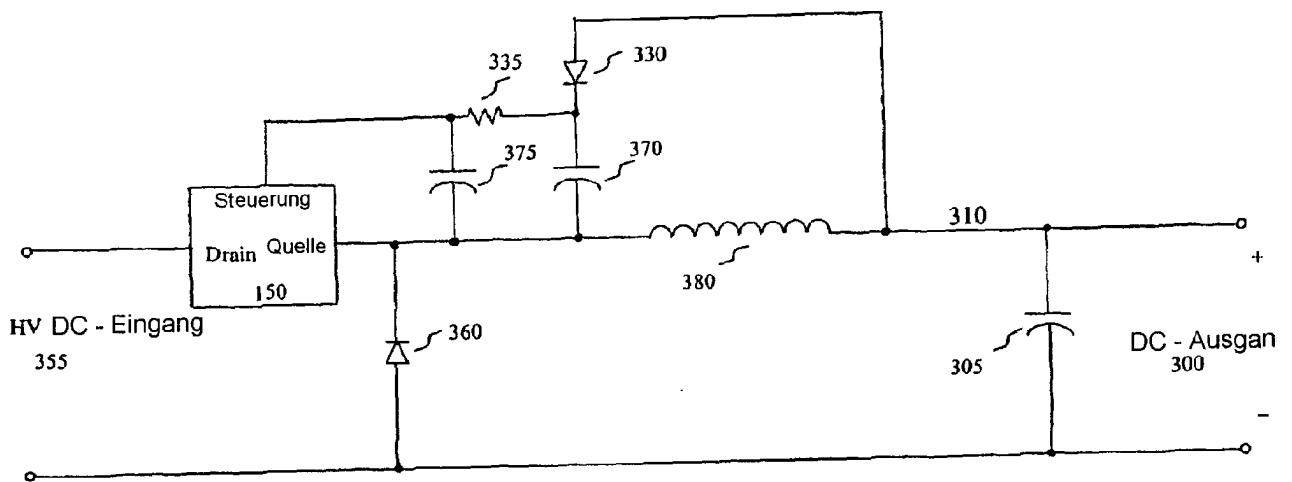
Anhängende Zeichnungen



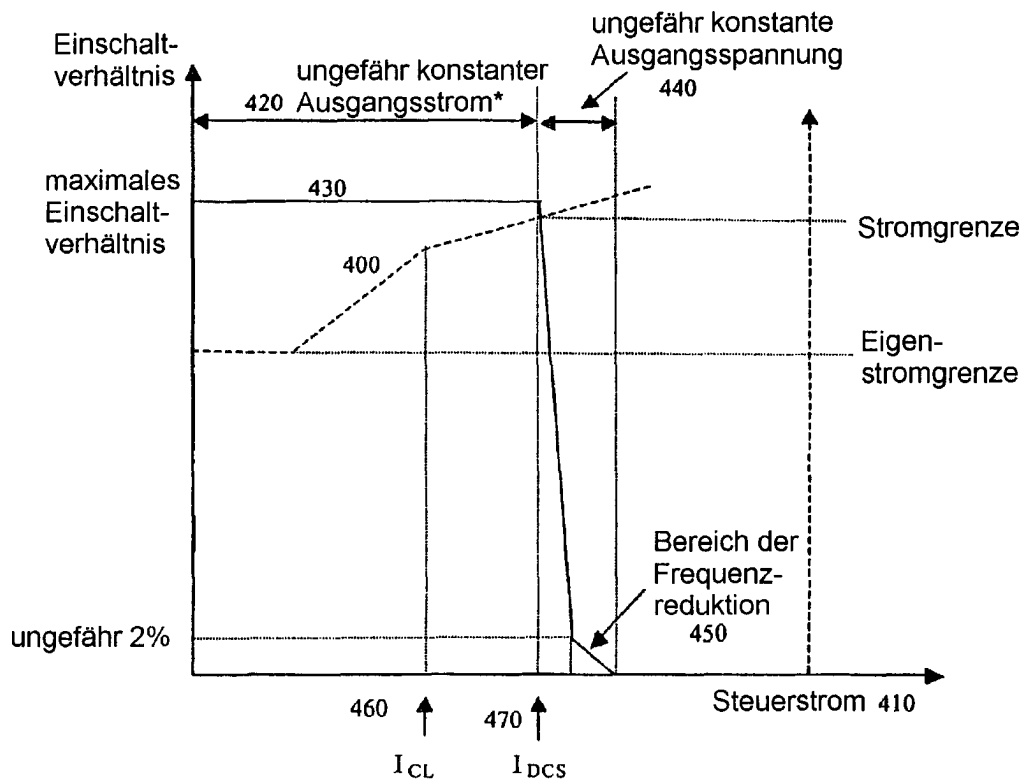
Figur 1.



Figur 2.



Figur 3.



der Ausgangsstrom kann bei niedrigem Feedbackstrom 'zurückgeregelt' werden, siehe Fig. 7

Figur 4.

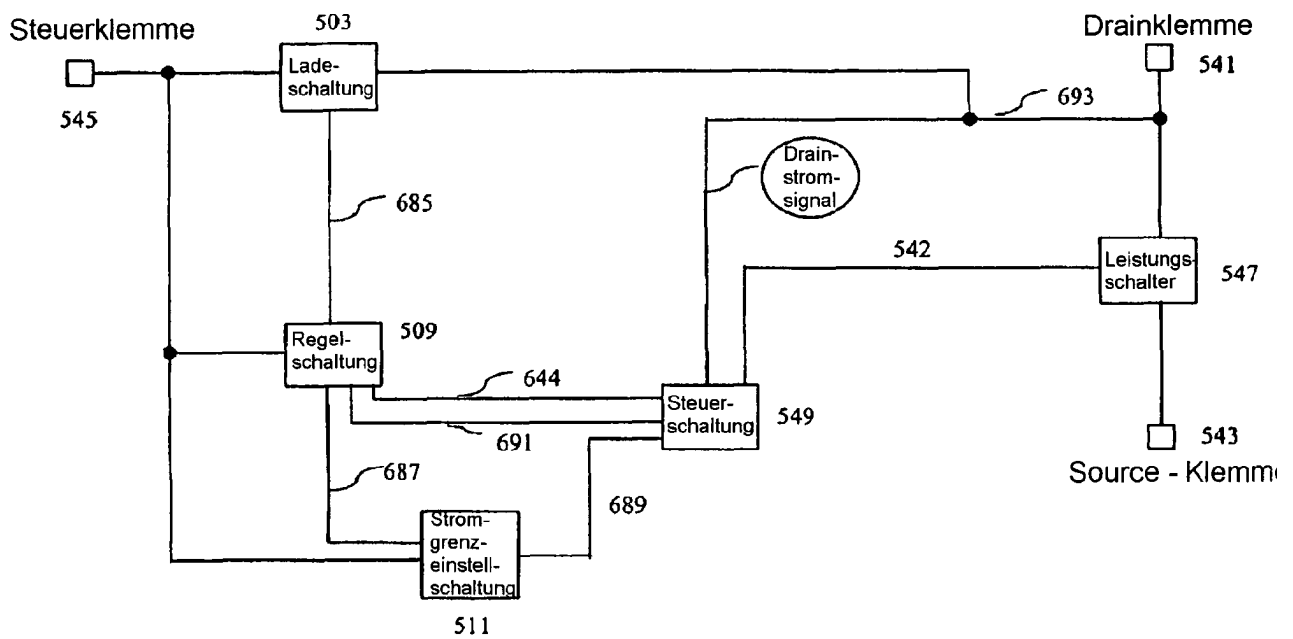
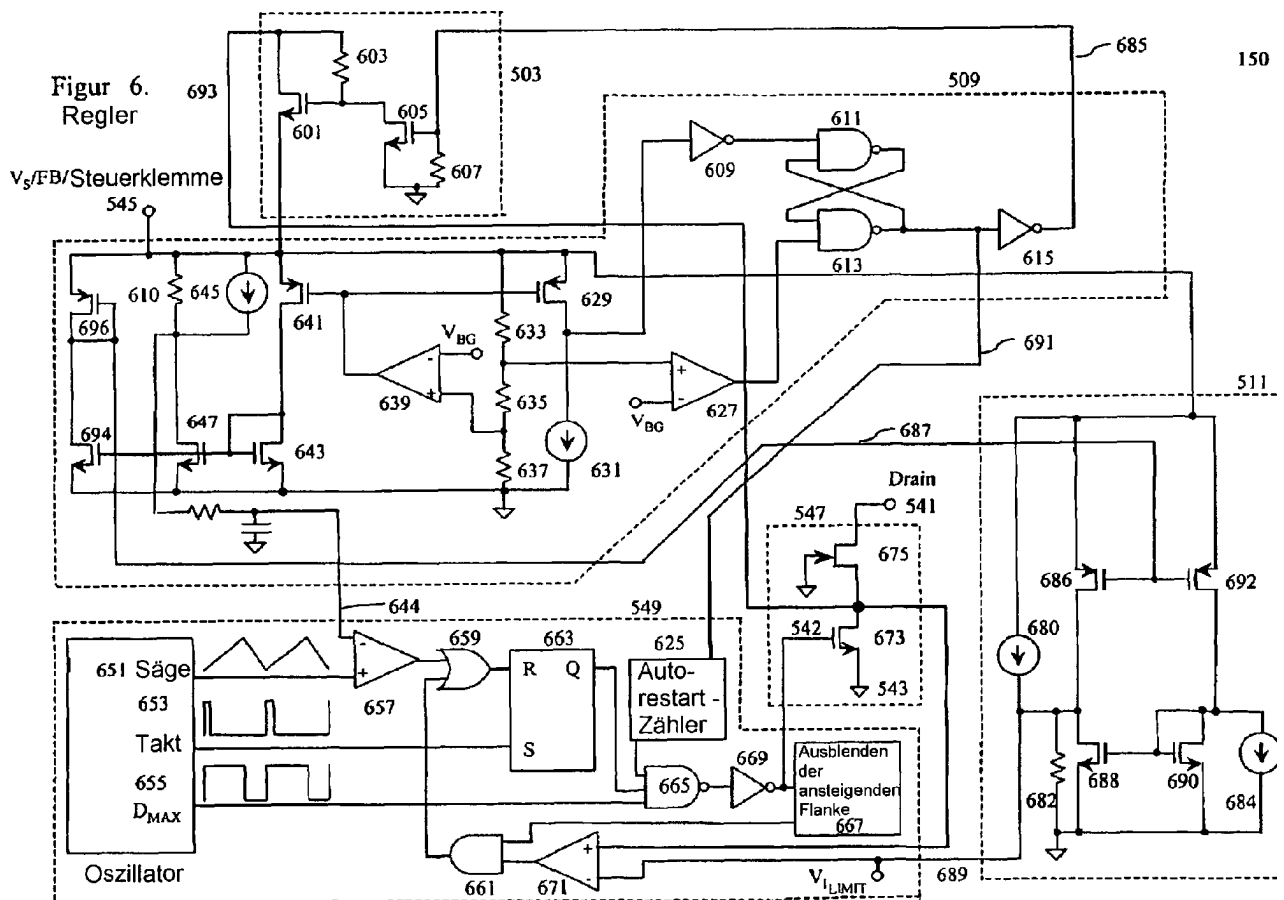
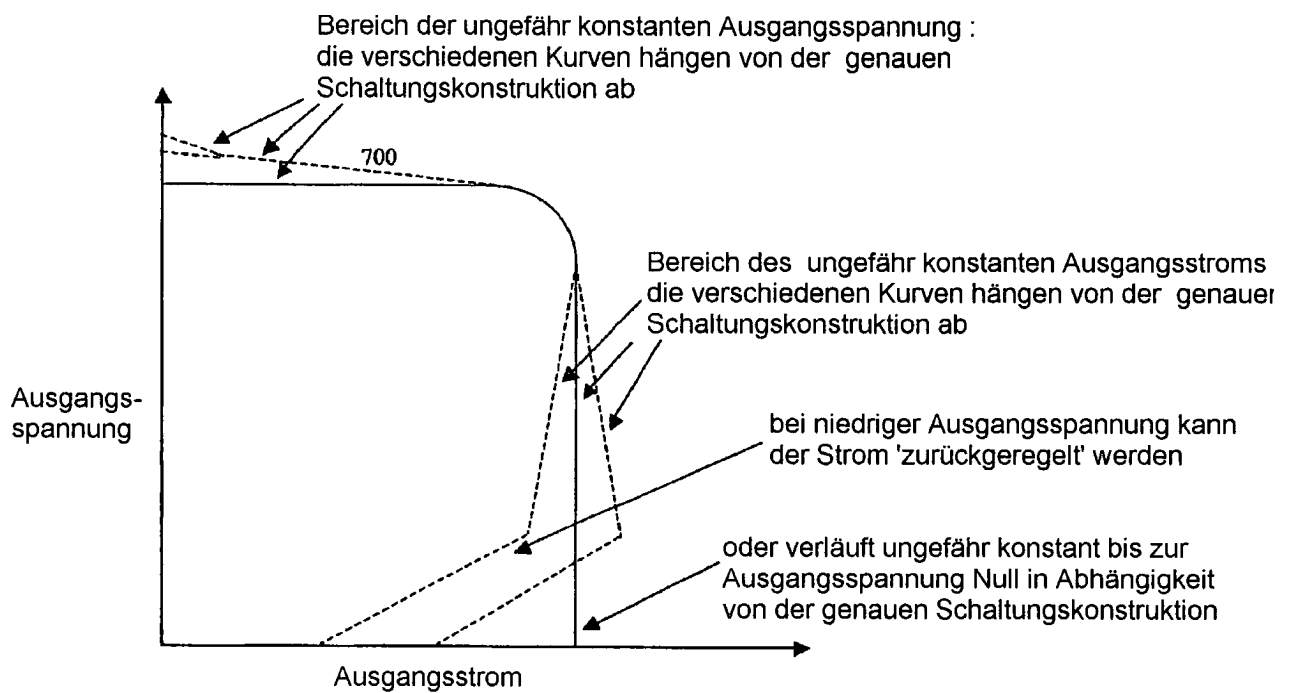


Figure 5. Blockschema Regler

150





Figur 7.