



(10) **DE 10 2011 108 091 A1** 2013.01.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 108 091.4**

(22) Anmeldetag: **19.07.2011**

(43) Offenlegungstag: **24.01.2013**

(51) Int Cl.: **H02M 3/335 (2011.01)**  
**H05B 37/02 (2012.01)**

(71) Anmelder:  
**austriamicrosystems AG, Unterpremstätten, AT**

(72) Erfinder:  
**Jessenig, Thomas, Graz, AT; Bliem, Peter, Graz, AT**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339, München,  
DE**

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

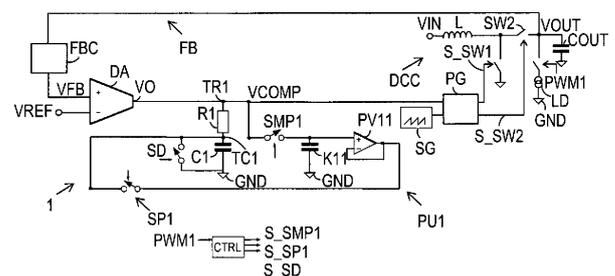
**DE 102 36 872 A1**  
**US 7 825 644 B1**  
**US 2006 / 0 097 705 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Versorgungsschaltung und Verfahren zur Versorgung einer elektrischen Last**

(57) Zusammenfassung: Eine Versorgungsschaltung (1) für eine elektrische Last (LD) dient zur Zuführung einer Ausgangsspannung (VOUT) in Abhängigkeit eines pulsformigen Laststeuersignals (PWM1). Die Versorgungsschaltung (1) umfasst einen geschalteten Gleichspannungswandler (DCC) zum Erzeugen der Ausgangsspannung (VOUT) aus einer Eingangsspannung (VIN) auf der Basis eines pulsformigen Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2), und einen Rückführungspfad zum Erzeugen einer Rückführungsspannung (VFB) auf der Basis der Ausgangsspannung (VOUT). Ein Vergleichs (DA) ist eingerichtet, auf der Basis eines Vergleichs der Rückführungsspannung (VFB) mit einer Vergleichsspannung (VREF) eine Kompensationsspannung (VCOMP) an einen Vergleicherausgang (VO) des Vergleichers (DA) zu erzeugen. Die Versorgungsschaltung (1) umfasst ferner eine Signalerzeugungseinheit (PG) zum Erzeugen des Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2) auf der Basis der Kompensationsspannung (VCOMP), und eine Puffereinheit (PU1), die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) die Kompensationsspannung (VCOMP) zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) diese gepufferte Kompensationsspannung an einen mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) abzugeben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Versorgungsschaltung für eine elektrische Last sowie ein Verfahren zur Versorgung einer elektrischen Last.

**[0002]** Gleichspannungswandler, insbesondere getaktet betriebene Gleichspannungswandler werden beispielsweise zur Energieversorgung einer Last mit einem periodisch gepulsten Strom verwendet. Beispielsweise kann ein solcher Spannungswandler in einem Treiber für Leuchtdioden, LEDs, eingesetzt werden, bei denen der Strom durch die LED an- und ausgeschaltet wird, um die Helligkeit einzustellen. Das An- und Ausschalten erfolgt beispielsweise periodisch mit einem pulsweiten-modulierten, PWM, Signal.

**[0003]** Getaktete Gleichspannungswandler weisen beispielsweise eine Regelung auf, um in Abhängigkeit der ausgangsseitig anliegenden Spannung entsprechende Schaltsignale zu generieren. Dazu wird beispielsweise eine Regelungsspannung erzeugt, die in ein pulsmoduliertes Signal umgesetzt wird. Eine solche Regelung weist üblicherweise eine deutliche Einschwingzeit auf, die auf dem Vorhandensein entsprechender Kapazitäten bei der Erzeugung der Kompensationsspannung beruht, welche bei der Regelung aufgeladen werden. Durch den langsam ablaufenden Regelungsvorgang kann es an einem Ausgangskondensator des Gleichspannungswandlers zu transienten Spannungsverläufen kommen, welche sich ungünstig auf das Betriebsverhalten des Gleichspannungswandlers beziehungsweise der daran angeschlossenen Last auswirken können.

**[0004]** Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein verbessertes Konzept zur Versorgung einer elektrischen Last anzugeben, wobei die Versorgung der Last pulsförmig erfolgt.

**[0005]** Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Beispielsweise wird eine Ausgangsspannung erzeugt, die in Abhängigkeit eines pulsförmigen Laststeuersignals einer elektrischen Last geschaltet zugeführt wird. Die Ausgangsspannung wird dabei auf der Basis eines pulsförmigen Schaltsignals erzeugt. Zur Regelung der Ausgangsspannung wird diese zurückgeführt, um eine Kompensationsspannung zu erzeugen, welche Basis für das pulsförmige Schaltsignal ist. Während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals wird die Kompensationsspannung gepuffert, um sie während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals als gepufferte Kompensationsspannung abge-

ben und dadurch den Regelungsvorgang beschleunigen zu können.

**[0007]** Eine Ausführungsform einer Versorgungsschaltung für eine elektrische Last, der eine Ausgangsspannung in Abhängigkeit eines pulsförmigen Laststeuersignals geschaltet zugeführt wird, umfasst einen geschalteten Gleichspannungswandler zum Erzeugen der Ausgangsspannung aus einer Eingangsspannung auf der Basis eines pulsförmigen Schaltsignals. Ferner ist ein Rückführungspfad zum Erzeugen einer Rückführungsspannung auf der Basis der Ausgangsspannung vorgesehen. Ein Vergleich der Versorgungsschaltung ist eingerichtet, auf der Basis eines Vergleichs der Rückführungsspannung mit einer Vergleichsspannung eine Kompensationsspannung an einem Vergleicherausgang des Vergleichers zu erzeugen. Eine Signalerzeugungseinheit dient zum Erzeugen des Schaltsignals auf der Basis der Kompensationsspannung. Die Versorgungsschaltung umfasst zudem eine Puffereinheit, die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals die Kompensationsspannung zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals diese gepufferte Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang gekoppelten Anschluss abzugeben.

**[0008]** Die Ausgangsspannung wird an die Last insbesondere während der Lastphase des Laststeuersignals abgegeben. Vorwiegend während dieser Zeit erfolgt auch eine Regelung der Ausgangsspannung über die Kompensationsspannung und das daraus resultierende Schaltsignal. Beispielsweise wird während einer Lastphase die Kompensationsspannung gepuffert, insbesondere zum Ende der Lastphase hin. Nach der Lastphase erfolgt üblicherweise eine Ruhephase im Laststeuersignal. In der darauf folgenden Lastphase des Laststeuersignals kann die gepufferte Kompensationsspannung am Vergleicherausgang abgegeben werden, insbesondere am Beginn der folgenden Lastphase, um einen Initialwert für die Regelung während dieser Lastphase einzustellen. Insbesondere bei gleichbleibender oder sich wenig ändernder Belastung in der Lastphase kann so eine Regelung auf den endgültigen Wert der Kompensationsspannung schneller erfolgen. Dadurch entstehen in der Ausgangsspannung am Ausgang des geschalteten Gleichspannungswandlers weniger transiente Vorgänge als bei einer herkömmlichen Regelung, bei der in jeder Lastphase ein vollständiger Einschwingvorgang von einem gleichbleibenden Ausgangswert erfolgt.

**[0009]** Beispielsweise wird die Ausgangsspannung am Ausgang des Gleichspannungswandlers über einen Kondensator gepuffert.

**[0010]** Wenn ein solcher Kondensator als keramischer Kondensator ausgeführt ist, werden durch die Pufferung der Kompensationsspannung hörbare Piezoeffekte vermieden beziehungsweise reduziert, die ansonsten auftreten würden. Wegen der geringeren Spannungseinbrüche zu Beginn der Lastphasen sind auch die Eigenschaften bezüglich elektromagnetischer Verträglichkeit, EMV, verbessert. Weiterhin kann verbessert eine gleichbleibende Helligkeit beim Einsatz von LEDs als Last erreicht werden, welche auf dem geringeren Spannungseinbruch beruht.

**[0011]** Das Laststeuersignal ist beispielsweise ein pulsmoduliertes Signal, insbesondere ein pulsweiten moduliertes Signal, welches von einer externen Einheit, beispielsweise einem Steuergerät geliefert wird. Das Schaltsignal ist beispielsweise ebenfalls ein PWM-Signal, welches aus der Kompensationsspannung abgeleitet wird. Beispielsweise ist die Signal-erzeugungseinheit eingerichtet, das Schaltsignal auf der Basis eines Vergleichs der Kompensationsspannung mit einem periodischen Signal, insbesondere einem Dreieckssignal oder einem Sägezähnsignal, zu erzeugen. Das Vergleichssignal der Signal-erzeugungseinheit kann zur Erzeugung des Schaltsignals auch weiter verarbeitet werden.

**[0012]** In einer Ausführungsform weist die Puffereinheit einen ersten Kondensator auf, der schaltbar mit dem Vergleicherausgang gekoppelt ist, und einen ersten Pufferverstärker, der eingangsseitig mit dem ersten Kondensator verbunden und ausgangssseitig schaltbar mit dem Vergleicherausgang gekoppelt ist. Durch entsprechende Steuersignale angesteuert wird somit der erste Kondensator während einer Lastphase auf die Kompensationsspannung aufgeladen, wobei die schaltbare Verbindung in einer darauffolgenden Ruhephase geöffnet ist. In einer nachfolgenden Lastphase, insbesondere zu Beginn der Lastphase, wird wiederum gesteuert durch ein entsprechendes Steuersignal die auf den ersten Kondensator gespeicherte Kompensationsspannung über den ersten Pufferverstärker gepuffert an den Vergleicherausgang abgegeben.

**[0013]** Beispielsweise weist die Puffereinheit zudem einen zweiten Pufferverstärker auf, der eingangsseitig mit dem Vergleicherausgang und ausgangssseitig schaltbar mit dem ersten Kondensator gekoppelt ist. Dementsprechend kann die am Vergleicherausgang anliegende Kompensationsspannung gepuffert an den ersten Kondensator abgegeben werden, um diesen aufzuladen. Durch den zweiten Pufferverstärker wird der Vergleicherausgang nicht oder nur unwesentlich belastet.

**[0014]** Die Puffereinheit weist beispielsweise weiterhin einen zweiten Kondensator und einen dritten Pufferverstärker auf, der eingangsseitig mit dem zweiten Kondensator und schaltbar mit einem Ausgang

des zweiten Pufferverstärkers verbunden und ausgangssseitig schaltbar mit dem ersten Kondensator verbunden ist. Beispielsweise wird während der Lastphase die Kompensationsspannung gepuffert durch den zweiten Pufferverstärker den zweiten Kondensator zur Aufladung zugeführt. Die auf dem zweiten Kondensator gespeicherte Spannung wird gepuffert durch den dritten Pufferverstärker während einer Abtastphase dem ersten Kondensator zur Aufladung zugeführt. Die auf dem ersten Kondensator gespeicherte Spannung wird wiederum während einer Vorladephase während der Lastphase, insbesondere zu Beginn der Lastphase gepuffert über den ersten Pufferverstärker an den Vergleicherausgang zugeführt. Die Abtastphase beginnt beispielsweise mit dem Ende der Vorladephase, so dass ein entsprechendes Steuersignal für die Abtastphase sich aus einem invertierten Steuersignal für die Vorladephase ergibt.

**[0015]** Eine Dauer der Vorladephase beziehungsweise der Abtastphase während der Lastphase ist vorzugsweise vorab definiert. Insbesondere ist die Vorladephase zu Beginn der Lastphase vorzugsweise kürzer als die Abtastphase am Ende der Lastphase. Beispielsweise weist die Versorgungsschaltung eine entsprechende Steuerschaltung auf, welche die notwendigen Steuersignale für die Vorladephase und die Abtastphase zur Ansteuerung entsprechender geschalteter Verbindungen aus dem Laststeuersignal erzeugt.

**[0016]** In einer Ausführungsform ist die Versorgungsschaltung zudem zur geschalteten Zuführung der Ausgangsspannung an eine weitere elektrische Last in Abhängigkeit eines weiteren pulsförmigen Laststeuersignals ausgeführt. Beispielsweise sind die elektrische Last und die weitere elektrische Last parallel zueinander an einen Ausgang des Gleichspannungswandlers geschaltet. Die Versorgungsschaltung weist hierbei ferner eine zweite Puffereinheit auf, die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des weiteren Laststeuersignals die Kompensationsspannung zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des weiteren Laststeuersignals diese gepufferte Kompensationsspannung an einen mit dem Vergleicherausgang gekoppelten Anschluss abzugeben. Dementsprechend können die Kompensationsspannungen am Vergleicherausgang für verschiedene Lastfälle, also die Versorgung unterschiedlicher Lasten, jeweils gepuffert werden und insbesondere zu Beginn der nächsten Lastphase für die entsprechende Last wieder hergestellt werden, um so jeweils einen möglichst schnellen Einriegelvorgang für die entsprechende Lastphase zu ermöglichen.

**[0017]** Beispielsweise weist die Versorgungsschaltung ferner eine dritte Puffereinheit, die eingerichtet ist während eines Zeitabschnitts einer gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals und des weite-

ren Laststeuersignals die Kompensationsspannung zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals und des weiteren Laststeuersignals diese gepufferte Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang gekoppelten Anschluss abzugeben. Bei der gemeinsamen Lastphase weisen sowohl das Laststeuersignal als auch das weitere Laststeuersignal eine Lastphase auf, so dass die gemeinsame Lastphase beispielsweise aus einer Und-Verknüpfung der beiden Lastphasen resultiert. Die gemeinsame Lastphase stellt somit beispielsweise einen weiteren Lastfall dar, der in einer individuellen Kompensationsspannung am Vergleicherausgang resultiert.

**[0018]** In weiteren Ausführungsformen können auch weitere individuell durch entsprechende Laststeuersignale gesteuerte Lasten mit der Ausgangsspannung versorgt werden, wobei in der Versorgungsschaltung weitere Puffereinheiten vorgesehen werden, welche die Kompensationsspannung zu jeweiligen Lastphasen beziehungsweise kombinierten Lastphasen mehrerer Lasten puffern und wieder abgeben.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform weist der Vergleicherausgang einen am Vergleicherausgang angeschlossenen Pufferkondensator auf und ist eingerichtet, während eines Zeitabschnitts einer Ruhephase des Laststeuersignals, insbesondere am Beginn der Ruhephase, den Pufferkondensator zu entladen. Wenn mehrere Lasten angeschlossen sind kann eine Entladung beispielsweise in einer gemeinsamen Ruhephase erfolgen, in der die entsprechenden Laststeuersignale jeweils gemeinsam eine Ruhephase aufweisen. Die Entladung des Pufferkondensators kann durch Überbrücken des Pufferkondensators erfolgen, so dass eine vollständige Entladung in der Ruhephase erfolgt. Es ist jedoch auch möglich, dass eine Entladung auf eine vorgegebene Entladespannung erfolgt, so dass der Pufferkondensator nicht vollständig entladen wird. Beispielsweise kann eine Entladung auf eine gepufferte Spannung aus einer der Puffereinheiten erfolgen, die zum nächstfolgenden Lastfall zugehörig ist. Dadurch kann ein Abgeben der entsprechenden gepufferten Kompensationsspannung schneller und mit weniger Umladestrom erfolgen.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsform weist der Vergleicherausgang einen Transkonduktanzverstärker, OTA, mit einem ausgangsseitig angeschlossenen Widerstandselement auf. Während der Regelphase gibt der Transkonduktanzverstärker einen jeweiligen Regelstrom ab, der über das Widerstandselement in die Kompensationsspannung umgesetzt wird. Im eingeschwingenen Zustand, also bei gleichbleibender Kompensationsspannung während der Regelphase, fließt kein Strom über das Widerstandselement.

**[0021]** In einer weiteren Ausführungsform ist an dem Vergleicherausgang ein erster Pufferkondensator direkt und ein zweiter Pufferkondensator über ein Widerstandselement angeschlossen. Vorzugsweise weist der erste Pufferkondensator einen kleineren Kapazitätswert auf als der zweite Pufferkondensator.

**[0022]** Beispielsweise ist die Puffereinheit zum Puffern der Kompensationsspannung direkt oder über ein Widerstandselement mit dem Vergleicherausgang verbunden und zum Abgeben der gepufferten Kompensationsspannung direkt oder über ein Widerstandselement mit dem Vergleicherausgang verbunden. Vorzugsweise erfolgt ein Abgriff der Kompensationsspannung zum Puffern direkt am Vergleicherausgang, während die gepufferte Kompensationsspannung an einem Verbindungsknoten zwischen dem Widerstandselement und einem Pufferkondensator erfolgt.

**[0023]** Bei einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Versorgung einer elektrischen Last wird eine Ausgangsspannung aus einer Eingangsspannung auf der Basis eines pulsformigen Schaltsignals erzeugt. Die Ausgangsspannung wird geschaltet an die elektrische Last in Abhängigkeit eines pulsformigen Laststeuersignals zugeführt. Auf der Basis der Ausgangsspannung wird eine Rückführungsspannung erzeugt. Auf der Basis eines Vergleichs der Rückführungsspannung mit einer Vergleichsspannung wird eine Kompensationsspannung an einem Vergleicherausgang erzeugt. Das Schaltsignal wird auf der Basis der Kompensationsspannung erzeugt. Während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals wird die Kompensationsspannung gepuffert. Die bezüglich des Laststeuersignals gepufferte Kompensationsspannung wird an einem mit dem Vergleicherausgang gekoppelten Anschluss während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals abgegeben.

**[0024]** In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens erfolgt ein geschaltetes Zuführen der Ausgangsspannung an eine weitere elektrische Last in Abhängigkeit eines weiteren pulsformigen Laststeuersignals. Die Kompensationsspannung wird eines Zeitabschnitts einer Lastphase des weiteren Laststeuersignals gepuffert und die bezüglich des weiteren Laststeuersignals gepufferte Kompensationsspannung wird an dem mit dem Vergleicherausgang gekoppelten Anschluss während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des weiteren Laststeuersignals abgegeben. In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird die Kompensationsspannung während eines Zeitabschnitts einer gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals und des weiteren Laststeuersignals gepuffert. Die bezüglich der gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals und des weiteren Laststeuersignals gepufferte Kompensationsspannung wird an dem mit dem Vergleicherausgang

ausgang gekoppelten Anschluss während eines Zeitabschnitts einer folgenden gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals und des weiteren Laststeuersignals abgegeben.

**[0025]** Weitere Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen der Versorgungsschaltung.

**[0026]** Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand der Figuren näher erläutert. Funktions- beziehungsweise wirkungsgleiche Elemente tragen hierbei gleiche Bezugszeichen. Erläuterungen und Erklärungen für Elemente einer Figur gelten auch für Elemente mit gleichen Bezugszeichen in nachfolgenden Figuren.

**[0027]** Es zeigen:

**[0028]** [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung mit angeschlossener Last,

**[0029]** [Fig. 2](#) ein Signal-Zeit-Diagramm für Steuersignale einer Versorgungsschaltung,

**[0030]** [Fig. 3](#) ein beispielhaftes Signal-Zeit-Diagramm eines Laststeuersignals und einer Ausgangsspannung,

**[0031]** [Fig. 4](#) ein beispielhaftes Signal-Zeit-Diagramm mit Spannungen und Steuersignalen einer Versorgungsschaltung,

**[0032]** [Fig. 5](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung,

**[0033]** [Fig. 6](#) ein beispielhaftes Signal-Zeit-Diagramm mit Signalen der Versorgungsschaltung aus [Fig. 5](#),

**[0034]** [Fig. 7](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung,

**[0035]** [Fig. 8](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung,

**[0036]** [Fig. 9](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung,

**[0037]** [Fig. 10](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung,

**[0038]** [Fig. 11](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung, und

**[0039]** [Fig. 12](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung.

**[0040]** [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung **1**, mit der eine Ausgangs-

spannung VOUT einer elektrischen Last LD in Abhängigkeit eines pulsformigen Laststeuersignals PWM1 geschaltet zugeführt wird. Die Versorgungsschaltung **1** weist einen geschaltet betriebenen Gleichspannungswandler DCC auf, welcher eine Spule L aufweist, die mit einem Ende an einem Spannungseingang zur Zuführung einer Eingangsspannung VIN angeschlossen ist und an ihrem anderen Ende über einen ersten Schalter SW1 mit einem Bezugspotenzialanschluss GND und über einen zweiten Schalter SW2 mit einem Ausgangsanschluss zur Abgabe der Ausgangsspannung VOUT verbunden ist. An den Ausgangsanschluss ist ein Ausgangskondensator COUT angeschlossen. Ferner ist zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Bezugspotenzialanschluss GND eine Serienschaltung des durch das Laststeuersignal PWM1 gesteuerten Schalters und einer als Stromquelle dargestellten Last LD angeschlossen. Der Ausgangsanschluss ist zudem über einen Rückführungspfad FB, der eine Rückführungsschaltung FBC umfasst, mit einem nicht invertierenden Eingang eines Vergleichers DA verbunden. An diesem nicht invertierenden Eingang des Vergleichers liegt eine vom Rückführungspfad FB erzeugte Rückführungsspannung VFB an. Am invertierenden Eingang des Vergleichers DA wird eine Vergleicherspannung VREF zugeführt. Ein Vergleicherausgang VO des Vergleichers DA, an dem eine Kompensationsspannung VCOMP anliegt, ist mit einem Eingang einer Signalerzeugungseinheit PG verbunden. Ein weiterer Eingang der Signalerzeugungseinheit PG ist an einen Signalgenerator SG angeschlossen, welcher ein periodisches Signal, beispielsweise ein Dreieckssignal oder ein Sägezahnssignal erzeugt. Ausgangsseitig liefert die Signalerzeugungseinheit PG Schaltsignale S\_SW1 und S\_SW2 zur Ansteuerung des ersten und zweiten Schalters SW1, SW2 des Gleichspannungswandlers DCC.

**[0041]** Der Vergleichers DA ist beispielsweise als Transkonduktanzverstärker, englisch Operational Transconductance Amplifier, OTA, ausgeführt, der einen Ausgangsstrom in Abhängigkeit der eingangsseitig anliegenden Spannung VFB, VREF abgibt, welcher über das Widerstandselement R1 in die Kompensationsspannung VCOMP umgesetzt wird.

**[0042]** Die Versorgungsschaltung **1** umfasst ferner eine Puffereinheit PU1 mit einem ersten Kondensator K11, der über einen Schalter SMP1 und einem Anschlusspunkt TR1 beziehungsweise dem Vergleicherausgang VO verbunden ist. Ein zweiter Anschluss des Kondensators K11 ist mit dem Bezugspotenzialanschluss GND verbunden. An den Kondensator K11 ist ein Pufferverstärker PV11 angeschlossen, der ausgangsseitig über einen Schalter SP1 mit einem Verbindungsknoten TC1 zwischen einem ersten Widerstandselement R1 und einem Pufferkondensator C1 angeschlossen ist. Das Widerstandselement R1 ist ferner an den Anschlusspunkt

TR1 angeschlossen, und der Pufferkondensator C1 ist ferner mit dem Bezugspotenzialanschluss GND verbunden. Weiterhin ist der Pufferkondensator C1 über einen Schalter SD schaltbar überbrückt. Die Versorgungsschaltung 1 weist ferner eine Steuerungsschaltung CTRL auf, welche aus dem Laststeuersignal PWM1 ein Steuersignal S\_SMP1 für den Schalter SMP1, ein Steuersignal S\_SP1 für den Schalter SP1 und ein Steuersignal S\_SD für den Schalter SD erzeugt.

**[0043]** Eine beispielhafte Ausgestaltung der Steuersignale ist in dem Signal-Zeit-Diagramm in [Fig. 2](#) dargestellt. Das Laststeuersignal PWM1 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein pulswiden moduliertes, PWM-Signal, welches bewirkt, dass die Ausgangsspannung VOUT der Last LD nur während der Lastphasen, entsprechend einer logischen 1 beziehungsweise einer geschlossenen Schalterstellung zugeführt wird. Durch das Steuersignal S\_SMP1, dessen aktive Phase einem abschließenden Zeitabschnitt der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 entspricht, wird der Schalter SMP1 in der aktiven Phase, die als Abtastphase bezeichnet werden kann, in einem geschlossenen Zustand versetzt, wodurch der Kondensator K11 auf die Kompensationsspannung VCOMP aufgeladen wird. Durch den Pufferverstärker PV11 wird die am Kondensator K11 anliegende Spannung in gepuffert Form, insbesondere ohne Ladungstransfer vom Kondensator K11, abgegeben und in Abhängigkeit des Steuersignals S\_SP1 über den Schalter SP1 an den Knoten TC1 zugeführt. Dies geschieht insbesondere am Anfang der Lastphase des Laststeuersignals PWM1. Der Pufferverstärker PV11 ist beispielsweise als rückgekoppelter Operationsverstärker ausgeführt.

**[0044]** Durch das Beaufschlagen des Pufferkondensators C1 mit der gepufferten Kompensationsspannung wird dieser während der aktiven Phase des Steuersignals S\_SP1, die auch als Vorladephase bezeichnet werden kann, auf den Wert der gepufferten Kompensationsspannung vorgeladen. Dadurch kann ein Regelwert der Kompensationsspannung VCOMP schneller eingestellt werden, da nur Spannungsunterschiede zwischen der gepufferten Kompensationsspannung und der neu einzustellenden Kompensationsspannung ausgeglichen werden müssen.

**[0045]** In einer Ruhephase des Lastsignals PWM1 zwischen zwei Lastphasen kann der Pufferkondensator C1 über den Schalter SD und das entsprechende Steuersignal S\_SD als Entladephase während der Ruhephase entladen werden. Dadurch wird zusätzliches Schalten nach der Lastphase verhindert, was zu einem Anstieg der Ausgangsspannung VOUT führen würde.

**[0046]** Wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich, wird durch die Pufferung eine gleichmäßigere und schneller einge-

schwungene Kompensationsspannung VCDMP erreicht, so dass die Schaltsignale S\_SW1, S\_SW1 den Gleichspannungswandler DCC, der in diesem Ausführungsbeispiel als Boostkonverter dargestellt ist, schneller auf die gewünschte Ausgangsspannung VOUT einstellen können. Dadurch kommt es zu geringeren Spannungseinbrüchen bei ansteigenden Flanken. Dabei ist zu erkennen, dass bei der positiven Flanke des Laststeuersignals PWM1 zum Zeitpunkt  $t_r$  ein geringerer Spannungseinbruch und eine nachfolgende geringe Spannungsüberhöhung beim Einschwingen der Ausgangsspannung VOUT erfolgen. Bei einem herkömmlichen Spannungswandler ohne Pufferung der Kompensationsspannung erfolgt üblicherweise ein Einbruch der Ausgangsspannung VOUT. Ferner ist aus dem Diagramm in [Fig. 3](#) zu erkennen, dass bei abfallenden Flanken des Laststeuersignals PWM1 zu den Zeitpunkten  $t_f$  ein geringer Anstieg der Ausgangsspannung VOUT zu beobachten ist, während bei Gleichspannungswandlern ohne gepufferte Kompensationsspannung üblicherweise ein deutliches Überschwingen zu erkennen ist.

**[0047]** Durch die geringe Welligkeit  $\Delta OUT$  kommt es folglich auch zu geringeren Spannungsunterschieden am Ausgangskondensator COUT, der beispielsweise als Keramikkondensator ausgeführt ist. Dementsprechend werden hörbare Piezoeffekte bei einem solchen Keramikkondensator verringert. Weiterhin wird der Last LD eine gleichmäßigere Ausgangsspannung zugeführt, was sich insbesondere bei Leuchtmitteln als Last, beispielsweise LEDs, positiv auf das Helligkeitsempfinden auswirkt. Weiterhin ist durch die geringe Welligkeit der Spannung am Ausgangskondensator die elektromagnetische Verträglichkeit der Anordnung verbessert.

**[0048]** [Fig. 4](#) zeigt ein weiteres Signal-Zeit-Diagramm mit Signalen in der Versorgungsschaltung aus [Fig. 1](#), bei dem insbesondere ein Einschwingvorgang der Signale über die ersten Perioden eines Laststeuersignals PWM1 dargestellt ist. Dabei ist zu erkennen, dass jeweils der Endwert der Kompensationsspannung VCOMP zu Beginn der nächsten Lastphase des Laststeuersignals PWM1 wiederhergestellt wird und von dort auf den jeweiligen Endwert der Kompensationsspannung hin geregelt wird. In der vierten Periode des Laststeuersignals PWM1 entspricht beispielsweise der Regelwert der Kompensationsspannung VCOMP dem gepufferten Endwert der vorhergehenden Periode, so dass die gewünschte Ausgangsspannung VOUT nahezu sofort eingestellt werden kann. Die Lastspannung VLOAD über der Last LD erreicht bereits in der zweiten Periode einen gewünschten Wert.

**[0049]** [Fig. 5](#) stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung dar, welches eine Weiterentwicklung der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform ist. Die in [Fig. 5](#) dargestellte Ausführungs-

form ist zur Versorgung zweier elektrischer Lasten LD, LD2 ausgelegt, die jeweils in Serie mit einem Schalter an den Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC angeschlossen sind. Die beiden Schalter werden unabhängig voneinander durch ein erstes und ein zweites Laststeuersignal PWM1, PWM2 angesteuert, um die Lasten LD, LD2 jeweils geschaltet mit der Ausgangsspannung VOUT zu versorgen.

**[0050]** An den Vergleicherausgang VO sind neben der ersten Puffereinheit PU1 wenigstens zwei weitere Puffereinheiten PU2, PU3 angeschlossen, die vom Aufbau her jeweils der ersten Puffereinheit PU1 entsprechen. Beispielsweise sind die erste, die zweite und die dritte Puffereinheit PU1, PU2, PU3 identisch oder nahezu identisch aufgebaut. Dementsprechend umfasst die zweite Puffereinheit PU2 einen Kondensator K12 der über einen Schalter SMP2 an dem Knoten TR1 beziehungsweise den Vergleicherausgang VO direkt angeschlossen ist. Ferner ist an den Kondensator K12 ein Pufferverstärker PV12 angeschlossen, und ausgangsseitig über einen Schalter SP2 mit dem Knoten TC1 verbunden. In ähnlicher Weise weist die dritte Puffereinheit PU 3 einen Kondensator K13, der über einen Schalter SMP3 mit dem Knoten TR1 verbunden ist und an den ein weiterer Pufferverstärker PV13 angeschlossen ist. Ein Ausgang des Pufferverstärkers PV13 ist über einen Schalter P3 wiederum mit dem Knoten TC1 verbunden. Der Ausgang des ersten Pufferverstärkers PV11 ist zudem über einen Schalter SD1 und den Schalter SD mit dem Knoten TC1 verbunden. Weiterhin ist der Ausgang des Pufferverstärkers PV12 über die Schalter SD2 und SD sowie der Ausgang des Pufferverstärkers PV13 über die Schalter SD3 und SD jeweils mit dem Knoten TC1 verbunden. Zudem ist der Knoten TC1 über den Schalter SD und einen Schalter SD0 mit dem Bezugspotenzialanschluss GND verbunden.

**[0051]** Durch die zwei unabhängig schaltbaren Lasten LD, LD1 können bei der vorliegend dargestellten Ausführungsform vier unterschiedliche Lastfälle auftreten: Ein erster Lastfall, bei dem nur die erste Last LD mit der Ausgangsspannung VOUT versorgt wird, ein zweiter Lastfall, bei dem nur die zweite Last LD2 mit der Ausgangsspannung VOUT versorgt wird, ein dritter Lastfall, bei dem sowohl die erste als auch die zweite Last LD, LD2 mit der Ausgangsspannung VOUT versorgt werden, und ein vierter Lastfall, bei dem keine der Lasten LD, LD2 versorgt wird. Für jeden dieser Lastfälle ergibt sich grundsätzlich jeweils eine unterschiedliche eingeregeltte Kompensationsspannung VCOMP am Vergleicherausgang VO, wobei bei dem vierten Lastfall, bei dem keine Versorgung erfolgt, eine Regelung auch unterbleiben kann. Für die anderen Lastfälle mit Versorgung kann mit den verschiedenen Puffereinheiten PU1, PU2, PU3 jeweils die für den Lastfall zugehörige Kompensationsspannung gepuffert werden, insbesondere am

Ende einer jeweiligen Lastphase, und zu Beginn des nächsten Auftretens dieser Lastphase durch Vorladung des Kondensators C1 mit der gepufferten Kompensationsspannung wiederhergestellt werden.

**[0052]** Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes Signal-Zeit-Diagramm mit Laststeuersignalen PWM1, PWM2 und beispielhaften Schaltsignalen für die Schalter in den Puffereinheiten PU1, PU2, PU3. Hierbei ist zu beachten, dass in dem vorliegenden Signal-Zeit-Diagramm auf die Beschaltung der zweiten Puffereinheit verzichtet ist, eine solche Beschaltung aber in anderen Ausgestaltungsformen in entsprechender Weise möglich ist.

**[0053]** Die Laststeuersignale PWM1, PWM2 sind pulsmodierte Signale, welche vorliegend die gleiche Periodendauer aber unterschiedliche Flankenzeitpunkte aufweisen. Aus der Überlagerung der Laststeuersignale PWM1, PWM2 ergeben sich die zuvor beschriebenen vier unterschiedlichen Lastfälle ST, wobei der Lastfall 0 keiner Last entspricht, der Lastfall 1 einer Belastung der zweiten Last LD2, der Lastfall 2 einer Belastung der ersten Last LD und der Lastfall 3 der gemeinsamen Belastung der Lasten LD, LD2. Aus den verschiedenen Lastfällen ST ergeben sich jeweils unterschiedliche Lastströme IL-ORD. Ähnlich wie bei dem in Fig. 2 dargestellten Signal-Zeit-Diagramm bestimmen die Steuersignale S\_SMP1, S\_SP1, S\_SMP3, S\_SP3 und S\_SD entsprechende Schalterstellungen in den Puffereinheiten PU1 und PU3. Beispielsweise wird am Anfang der Lastphase 1 der Schalter SP1 durch das Steuersignal S\_SP1 geschlossen, um die auf dem Kondensator K11 gepufferte Kompensationsspannung auf den Pufferkondensator C1 zu übertragen und so eine schnelle Regelung auf eine erforderliche Kompensationsspannung VCOMP zu erreichen. Am Ende dieser Lastphase ist der Schalter SP1 entsprechend geöffnet und der Schalter SMP1 wird in der entsprechenden Abtastphase durch das Steuersignal S\_SMP1 geschlossen, um die eingeregeltte Kompensationsspannung VCOMP auf den Kondensator K11 zu puffern. Insbesondere wird die im Lastfall 1 gepufferte Kompensationsspannung VCOMP auch während anderer dazwischen liegender Lastphasen, vorliegend beispielsweise in der Reihenfolge 3, 2, 0 gepuffert.

**[0054]** Im anschließend folgenden Lastfall 3 erfolgt wiederum in einer entsprechenden Vorladephase durch das Steuersignal S\_SP3 ein Schließen des Schalters SP3, um die auf dem Kondensator K13 gepufferte Kompensationsspannung auf den Pufferkondensator C1 zu übertragen. Wiederum wird die eingeregeltte Spannung VCOMP am Ende der Lastphase des Lastfalls 3 über den Schalter SMP3 auf den Kondensator K13 gepuffert, gesteuert durch das Steuersignal S\_SMP3.

**[0055]** Auf eine entsprechende Pufferung der Kompensationsspannung VCOMP für den Lastfall 2 wird vorliegend verzichtet, beispielsweise aufgrund der geringeren Last beziehungsweise dem geringeren Laststrom  $I_{load}$  während der Lastphase 2. Jedoch können in anderen Ausführungsformen auch entsprechende Steuersignale für eine Vorladephase und eine Abtastphase während der Lastphase 2 vorgesehen werden.

**[0056]** In der Lastphase 0, dem unbelasteten Fall, kann der Pufferkondensator C1 über den Schalter SD, gesteuert durch das Steuersignal S\_SD entladen werden. Eine solche Entladung kann beispielsweise durch gleichzeitige Ansteuerung des Schalters SD0 erfolgen, so dass der Pufferkondensator C1 vollständig entladen ist. Alternativ kann eine Entladung auch definiert auf die gepufferte Kompensationsspannung des nächstfolgenden Lastfalls erfolgen, der vorliegenden der Lastfall 1 ist. Dementsprechend kann gleichzeitig mit dem Schalter SD auch der Schalter SD1 geschlossen werden, wodurch im folgenden Lastfall eine Einregelung beispielsweise schneller erfolgen kann.

**[0057]** Die in Zusammenhang mit [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) beschriebenen Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft gewählt. Insbesondere können auch eine größere Anzahl an parallel geschalteten, insbesondere unabhängig geschalteten Lasten am Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC vorgesehen werden. Mit dem erläuterten Prinzip der Lastfälle erhöht sich durch die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten jeweils angesteuerter Lasten die Anzahl der auftretenden Lastfälle. Dementsprechend können in der Versorgungsschaltung auch weitere Puffereinheiten mit gleichem Aufbau vorgesehen werden, welche durch entsprechend zu generierende Steuersignale jeweils für eine Vorladephase und eine Abtastphase angesteuert werden. Die Erzeugung der entsprechenden Steuersignale kann wiederum in einer entsprechenden Steuereinheit CTRL erfolgen, welche beispielsweise durch logische Verknüpfungen und Zeitglieder aus den entsprechenden Laststeuersignalen die Steuersignale für die Schalter in den Puffereinheiten erzeugt.

**[0058]** Dadurch lassen sich auch bei einer größeren Anzahl parallel versorgter Lasten geringe Welligkeiten in der Ausgangsspannung VOUT erzeugen. Dadurch ergibt sich für die einzelnen Lastfälle eine schnellere Regelung, welche zu einem verbesserten Betriebsverhalten für die Versorgungsschaltung und die angeschlossenen Lasten führt.

**[0059]** [Fig. 7](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung 1, welches auf der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform basiert. Der Gleichspannungswandler DCC ist wiederum als Boostkonverter ausgeführt, der aus einer geringe-

ren Eingangsspannung VIN eine höhere Ausgangsspannung VOUT erzeugt. Die Signalerzeugungseinheit PG umfasst hierbei einen als Operationsverstärker ausgebildeten Differenzverstärker, der die Kompensationsspannung VCOMP mit dem periodischen Rampensignal, beispielsweise einem Dreiecksignal oder einem Sägezahnsignal, vergleicht. Das Vergleichsergebnis wird in der Signalerzeugungseinheit PG weiterverarbeitet um die Schaltsignale S\_SW1 und S\_SW2 zu erzeugen, welche die entsprechenden Schalter SW1, SW2 des Gleichspannungswandlers DCC ansteuern.

**[0060]** Am Vergleicherausgang VO ist neben dem Widerstandselement R1 und dem ersten Pufferkondensator C1 auch ein zweiter Pufferkondensator C2 vorgesehen, der direkt am Vergleicherausgang VO angeschlossen ist. Die Kondensatoren C1, C2 sind jeweils über Schalter SD, SD' überbrückbar, um eine Entladung zu ermöglichen. Die Puffereinheit PU1 umfasst neben den bereits in [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) dargestellten Elementen einen zweiten Pufferverstärker PV21, der den Vergleicherausgang VO mit dem Kondensator K11 über den Schalter SMP1 verbindet. Dementsprechend wird im Betrieb der Anordnung die Kompensationsspannung VCOMP in gepuffert Form weitergeführt und während der Abtastphase zum Laden des Kondensators K11 verwendet. Dadurch wird insbesondere während der Vorladephase der Ausgang des Vergleichers DA weniger beziehungsweise nicht belastet, so dass während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 die Ausgangsspannung VCOMP ungestört eingeregelt beziehungsweise beibehalten werden kann. Ein Kapazitätswert der zweiten Pufferkapazität C2 ist vorzugsweise geringer als der Kapazitätswert der ersten Pufferkapazität C1.

**[0061]** Durch das Entladen der Pufferkapazitäten C1, C2 während der Ruhephase des Laststeuersignals PWM1 wird ein Überschwingen der Ausgangsspannung VOUT während der Ruhephase verhindert beziehungsweise eingeschränkt. Ohne das Entladen würden die Pufferkapazitäten beispielsweise durch den Vergleich DA auf einen entsprechenden Wert der Kompensationsspannung heruntergebracht werden, da während der Ruhephase keine aktive Last am Spannungsausgang des Gleichspannungswandlers DCC anliegt.

**[0062]** [Fig. 8](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer Versorgungsschaltung, welche insbesondere eine Weiterentwicklung der in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform bildet. Die Puffereinheit PU1 umfasst in dieser Ausführungsform eine Serienschaltung von Pufferverstärkern PV21, PV31 und PV11 mit jeweils dazwischen geschalteten Kondensatoren K11 und K21. Hierbei ist der Pufferverstärker PV21 eingangsseitig an den Vergleicherausgang VO und ausgangsseitig über einen Schalter SPWM, der durch das Last-

steuersignal PWM1 angesteuert wird, mit dem Kondensator K21 und einem Eingang des Pufferverstärkers PV31 verbunden. Dieser Pufferverstärker PV31 ist ausgangsseitig über den Schalter S\_NP1 mit dem Kondensator K11 und einem Eingang des Pufferverstärkers PV11 verbunden. Der Pufferverstärker PV11 ist wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen über den Schalter SP1 mit dem Verbindungsknoten des Widerstandselements R1 und des ersten Pufferkondensators C1 verbunden. Der Schalter NP1 wird über ein Steuersignal S\_NP1 angesteuert, welches sich insbesondere durch Invertieren des Steuersignals S\_SP1 ergibt.

**[0063]** Dementsprechend wird während der gesamten Lastphase des Laststeuersignals PWM1 der zweite Kondensator K21 mit der durch den Pufferverstärker PV21 gepufferten Kompensationsspannung VCOMP aufgeladen. Die auf dem Kondensator K21 gespeicherte Spannung wird während des Zeitabschnitts der Lastphase, der nicht der Vorladephase entspricht, über den Pufferverstärker PV31 zur Aufladung des ersten Kondensators K11 verwendet. Der genannte Zeitabschnitt entspricht somit im Wesentlichen der Abtastphase der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Insbesondere erfolgt eine Änderung der Ladung beziehungsweise Spannung auf dem Kondensator K11 nur während der Zeit der Lastphase des Laststeuersignals PWM1, bei dem keine Vorladung der Pufferkondensatoren C1, C2 erfolgt.

**[0064]** Durch den zusätzlichen Pufferverstärker PV31, im Vergleich zur in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform, wird eine weiterhin verbesserte Entkopplung der gepufferten Spannungswerte voneinander erreicht.

**[0065]** [Fig. 9](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Versorgungsschaltung, die im Wesentlichen auf der in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform basiert. Jedoch ist der Gleichspannungswandler DCC in dieser Ausführungsform als Buck-Konverter ausgeführt, welcher eine eingangsseitig anliegende Eingangsspannung VIN in eine geringere ausgangsseitig anliegende Ausgangsspannung VOUT umsetzt. Dementsprechend ist die Position der Schalter SW1, SW2 gegenüber den zuvor dargestellten Ausführungsformen verändert. Im Übrigen ergeben sich jedoch gleichartige Betriebsweisen, insbesondere bezüglich der Regelung der Ausgangsspannung VOUT und der Pufferung der zur Regelung verwendeten Kompensationsspannung VCOMP.

**[0066]** [Fig. 10](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer Versorgungsschaltung 1 die im Wesentlichen auf der Ausführungsform basiert, die in [Fig. 8](#) dargestellt ist. Hierbei ist der Rückführungspfad FB abgewandelt ausgestaltet. Zudem ist die Last LD in Form von Leuchtdioden zwischen einem Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC und

eine mit dem Bezugspotenzialanschluss GND verbundene Stromsenke ISNK schaltbar angeschlossen. Der Gleichspannungswandler DCC ist wiederum als Boostkonverter ausgeführt. Der Rückführungspfad FB weist einen ersten Zweig FB1 auf, der den Gleichspannungswandler DCC über einen Schalter SFB1 und ein erstes Rückkoppellement FBC1 mit dem Vergleichler DA verbindet, um diesen die Rückführungsspannung FVB zu liefern. Der erste Zweig FB1 ist über den Schalter SFB1, der durch das Laststeuersignal PWM1 angesteuert wird, entweder mit dem Spannungsausgang des Gleichspannungswandlers DCC verbunden, an dem die Ausgangsspannung VOUT abgegeben wird, oder mit einem Anschluss zwischen der Last LD und der Stromsenke ISNK beziehungsweise dem entsprechenden Schalter dazwischen. Dementsprechend wird in einer Lastphase die Spannung unterhalb der Last LD beziehungsweise über die Stromsenke ISNK zurückgeführt, während in einer Ruhephase des Laststeuersignals PWM1 die am Ausgangsanschluss anliegende Spannung VOUT direkt zurückgeführt wird.

**[0067]** Ein zweiter Zweig FB2 des Rückführungspfades FB verbindet den Spannungsausgang des Gleichspannungswandlers DCC über Schalter SF32, SF33 und einem zweiten Rückführungselement FBC2 mit dem zweiten Ausgang des Vergleichlers DA, um eine angepasste Vergleichsspannung VREF an den Vergleichler DA zu liefern. An den zweiten Rückführungszweig FB2 ist zudem ein Kondensator CS angeschlossen, der während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 die am Ausgangsanschluss anliegende Ausgangsspannung VOUT speichert. Ferner ist eine Referenzspannungsquelle V2 vorgesehen, die über den Schalter SFB3 schaltbar an den zweiten Rückführungszweig FB2 angeschaltet werden kann. Während der Lastphase PWM1 wird dementsprechend die von der Referenzspannungsquelle V2 gelieferte Spannung rückgeführt, um eine Regelung der an der Stromsenke ISNK anliegenden Spannung auf diesen Spannungswert zu bewirken. Während der Ruhephase des Laststeuersignals PWM1 wird die auf dem Kondensator CS gespeicherte Ausgangsspannung VOUT zurückgeführt, um eine Regelung der Ausgangsspannung VOUT in der Ruhephase auf den zuvor gespeicherten Wert zu erreichen.

**[0068]** Die Pufferung der zur Regelung verwendeten Kompensationsspannung VCOMP entspricht den zuvor beschriebenen Ausführungsformen.

**[0069]** Durch die Regelung der Spannung über die Stromsenke ISNK wird insbesondere ein definierter Senkenstrom durch die Stromsenke ISNK beziehungsweise die Last LD während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 erreicht.

**[0070]** Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Versorgungsschaltung 1, die wiederum auf der in Fig. 8 beschriebenen Ausführungsform basiert. Der Rückführungspfad FB umfasst ähnlich wie bei Fig. 10 einen ersten und einen zweiten Rückführungszweig FB1, FB2 zur Rückführung einer Rückführungsspannung VFB und einer Vergleichsspannung VREF. Der Gleichspannungswandler DCC ist wiederum als Boost-Konverter ausgeführt. Am Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC ist eine Stromquelle ISRC angeschlossen, die über einen durch das Laststeuersignal PWM1 gesteuerten Schalter einen Strom an die wiederum als Leuchtdioden ausgeführte Last LD abgibt. Ähnlich wie bei der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform führt der erste Rückführungszweig FB1 während einer Ruhephase des Laststeuersignals PWM1 die Ausgangsspannung VOUT zurück, um die Rückführungsspannung VFB zu erzeugen. Während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 wird über den Schalter SFB1 die Spannung über der Last LD zur Erzeugung der Rückführungsspannung VFB zurückgeführt. Weiterhin wird über den Schalter SFB2 während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 der Kondensator C1 im zweiten Rückführungszweig FB2 mit der Ausgangsspannung VOUT aufgeladen, um den entsprechenden gepufferten Spannungswert in der Ruhephase über den Schalter SFB3 zur Erzeugung der Vergleichsspannung VREF zurückzuführen. Während der Lastphase ist der zweite Rückführungszweig FB2 über eine Spannungsquelle V3 mit dem Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC verbunden, an dem die Ausgangsspannung VOUT anliegt. Dementsprechend wird zur Erzeugung der Vergleichsspannung VREF die Summe der Ausgangsspannung VOUT und der Spannung der Spannungsquelle V3 zurückgeführt. Eine Regelung erfolgt somit derart, dass eine definierte Spannung, nämlich die Spannung der Spannungsquelle V3 über die Stromquelle ISRC abfällt während der Lastphase.

**[0071]** Fig. 12 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Versorgungsschaltung 1, die wiederum auf der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform basiert. Am Ausgangsanschluss des Gleichspannungswandlers DCC ist ähnlich wie bei Fig. 11 eine Reihenschaltung in einer Stromquelle ISRC eines durch das Laststeuersignal PWM gesteuerten Schalters und der als Leuchtdioden ausgeführten Last LD angeschlossen. Der Rückführungspfad FB ist über einen Schalter SFB4 an der Last LD angeschlossen, um während der Lastphase des Laststeuersignals PWM1 die Lastspannung VLOAD über der Last LD zurückzuführen. Insbesondere wird während der Lastphase ein Kondensator CS2 mit der Lastspannung VLOAD aufgeladen. Über ein Differenzglied wird die Lastspannung VLOAD beziehungsweise die auf dem Kondensator CS2 gespeicherte Spannung von der momentanen Ausgangsspannung VOUT abgezogen, um daraus

die Rückführungsspannung VFB zu erzeugen. Dadurch wird wiederum erreicht, dass ein fester Spannungsabfall über die Stromquelle ISRC und dadurch ein definierter Strom eingestellt werden.

**[0072]** In den verschiedenen zuvor dargestellten Ausführungsformen können die Puffereinheit beziehungsweise die Puffereinheiten eingangsseitig direkt am Vergleicherausgang VO, wie vorliegend dargestellt oder alternativ am Verbindungsknoten des Widerstandselements R1 und des Pufferkondensators C1 angeschlossen werden. Weiterhin kann eine Rückführung der gepufferten Kompensationsspannung aus der beziehungsweise den Puffereinheiten direkt an den Vergleicherausgang VO oder den genannten Knotenpunkt des Widerstandselements R1 und des Pufferkondensators C1 erfolgen.

**[0073]** Die dargestellten Schalter, insbesondere die Schalter SW1, SW2 können in herkömmlicher Form ausgeführt sein, beispielsweise als MOSFET-Schalter, Bipolarschalter, JFET-Schalter oder andere Halbleiterschalter. Das Schaltsignal S\_SW2 ergibt sich beispielsweise durch Invertierung des Schaltsignals S\_SW1 mit einer Schaltung, die ein Überlappen positiver Pulse verhindert, insbesondere für eine kontinuierliche Betriebsart. Für eine nicht kontinuierliche Betriebsart kann der Schalter SW2 beispielsweise als geschaltete Diode ausgeführt sein oder sich derart verhalten. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Schalter SW2 auch durch eine Diode ersetzt werden, die vom Eingang des Gleichspannungswandlers DCC über die Spule L zum Ausgang hin in Durchlassrichtung geschaltet ist.

**[0074]** Die zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele können beliebig miteinander kombiniert werden, insbesondere bezüglich der Ausgestaltung der Puffereinheiten und der Anzahl eingesetzter Puffereinheiten. Weiterhin sind auch die speziellen Ausgestaltungsformen des Gleichspannungswandlers DCC nur beispielhaft zu verstehen und können durch beliebige andere geschaltete Gleichspannungswandler ersetzt werden. Ebenso sind die beschriebenen Regelgrößen VFB, VREF und deren Erzeugung abwandbar.

## Patentansprüche

1. Versorgungsschaltung (1) für eine elektrische Last (LD), der eine Ausgangsspannung (VOUT) in Abhängigkeit eines pulsformigen Laststeuersignals (PWM1) geschaltet zugeführt wird, die Versorgungsschaltung (1) umfassend
  - einen geschalteten Gleichspannungswandler (DCC) zum Erzeugen der Ausgangsspannung (VOUT) aus einer Eingangsspannung (VIN) auf der Basis eines pulsformigen Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2);

- einen Rückführungspfad (FB) zum Erzeugen einer Rückführungsspannung (VFB) auf der Basis der Ausgangsspannung (VOUT);
- einen Vergleicher (DA), der eingerichtet ist, auf der Basis eines Vergleichs der Rückführungsspannung (VFB) mit einer Vergleichsspannung (VREF) eine Kompensationsspannung (VCOMP) an einem Vergleicherausgang (VO) des Vergleichers (DA) zu erzeugen;
- eine Signalerzeugungseinheit (PG) zum Erzeugen des Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2) auf der Basis der Kompensationsspannung (VCOMP); und
- eine Puffereinheit (PU1), die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) die Kompensationsspannung (VCOMP) zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) diese gepufferte Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) abzugeben.

2. Versorgungsschaltung (1) nach Anspruch 1, bei der die Puffereinheit (PU1) einen ersten Kondensator (K11), der schaltbar mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelt ist, und einen ersten Pufferverstärker (PV11) aufweist, der eingangsseitig mit dem ersten Kondensator (K11) verbunden und ausgangssseitig schaltbar mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelt ist.

3. Versorgungsschaltung (1) nach Anspruch 2, bei der die Puffereinheit (PU1) einen zweiten Pufferverstärker (PV21) aufweist, der eingangsseitig mit dem Vergleicherausgang (VO) und ausgangssseitig schaltbar mit dem ersten Kondensator (K11) gekoppelt ist.

4. Versorgungsschaltung (1) nach Anspruch 3, bei der die Puffereinheit (PU1) einen zweiten Kondensator (K21) und einen dritten Pufferverstärker (PV31) aufweist, der eingangsseitig mit dem zweiten Kondensator (K21) und schaltbar mit einem Ausgang des zweiten Pufferverstärkers (PV21) verbunden und ausgangssseitig schaltbar mit dem ersten Kondensator (K11) verbunden ist.

5. Versorgungsschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die zur geschalteten Zuführung der Ausgangsspannung (VOUT) an eine weitere elektrische Last (LD2) in Abhängigkeit eines weiteren pulsformigen Laststeuersignals (PWM2) ausgeführt ist, die Versorgungsschaltung (1) ferner aufweisend eine zweite Puffereinheit (PU2), die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des weiteren Laststeuersignals (PWM2) die Kompensationsspannung (VCOMP) zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des weiteren Laststeuersignals diese gepufferte Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) abzugeben.

6. Versorgungsschaltung (1) nach Anspruch 5, ferner aufweisend eine dritte Puffereinheit (PU3), die eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) und des weiteren Laststeuersignals (PWM1) die Kompensationsspannung (VCOMP) zu puffern und während eines Zeitabschnitts einer folgenden gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) und des weiteren Laststeuersignals diese gepufferte Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) abzugeben.

7. Versorgungsschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der der Vergleicher (DA) einen am Vergleicherausgang (VO) angeschlossenen Pufferkondensator (C1, C2) aufweist und eingerichtet ist, während eines Zeitabschnitts einer Ruhephase des Laststeuersignals, insbesondere am Beginn der Ruhephase, den Pufferkondensator (C1, C2) zu entladen.

8. Versorgungsschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Signalerzeugungseinheit (PG) eingerichtet ist, das Schaltsignal (S\_SW1, S\_SW2) auf der Basis eines Vergleichs der Kompensationsspannung (VCOMP) mit einem periodischen Signal, insbesondere einem Dreieckssignal oder einem Sägezahnsignal, zu erzeugen.

9. Versorgungsschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der Vergleicher (DA) einen Transkonduktanzverstärker mit einem ausgangssseitig angeschlossenen Widerstandselement (R1) aufweist.

10. Versorgungsschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der an dem Vergleicherausgang (VO) ein erster Pufferkondensator (C2) direkt und ein zweiter Pufferkondensator (C1) über ein Widerstandselement (R1) angeschlossen ist.

11. Versorgungsschaltung (1) nach Anspruch 10, bei der die Puffereinheit (PU1) zum Puffern der Kompensationsspannung (VCOMP) direkt oder über ein Widerstandselement (R1) mit dem Vergleicherausgang (VO) verbunden ist und zum Abgeben der gepufferten Kompensationsspannung direkt oder über ein Widerstandselement (R1) mit dem Vergleicherausgang (VO) verbunden ist.

12. Verfahren zur Versorgung einer elektrischen Last (LD), das Verfahren umfassend:

- Erzeugen einer Ausgangsspannung (VOUT) aus einer Eingangsspannung (VIN) auf der Basis eines pulsformigen Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2);
- Geschaltetes Zuführen der Ausgangsspannung (VOUT) an die elektrische Last (LD) in Abhängigkeit eines pulsformigen Laststeuersignals (PWM1);

- Erzeugen einer Rückführungsspannung (VFB) auf der Basis der Ausgangsspannung (VOUT);
- Erzeugen einer Kompensationsspannung (VCOMP) an einem Vergleicherausgang (VO) auf der Basis eines Vergleichs der Rückführungsspannung (VFB) mit einer Vergleichsspannung (VREF);
- Erzeugen des Schaltsignals (S\_SW1, S\_SW2) auf der Basis der Kompensationsspannung (VCOMP);
- Puffern der Kompensationsspannung (VCOMP) während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des Laststeuersignals (PWM1); und
- Abgeben der bezüglich des Laststeuersignals (PWM1) gepufferten Kompensationsspannung an einem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des Laststeuersignals (PWM1).

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend

- Geschaltetes Zuführen der Ausgangsspannung (VOUT) an eine weitere elektrische Last (LD) in Abhängigkeit eines weiteren pulsförmigen Laststeuersignals (PWM2);
- Puffern der Kompensationsspannung (VCOMP) während eines Zeitabschnitts einer Lastphase des weiteren Laststeuersignals (PWM2); und
- Abgeben der bezüglich des weiteren Laststeuersignals (PWM2) gepufferten Kompensationsspannung an dem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) während eines Zeitabschnitts einer folgenden Lastphase des weiteren Laststeuersignals (PWM2).

14. Verfahren nach Anspruch 13, ferner umfassend

- Puffern der Kompensationsspannung (VCOMP) während eines Zeitabschnitts einer gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) und des weiteren Laststeuersignals (PWM2); und
- Abgeben der bezüglich der gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) und des weiteren Laststeuersignals (PWM2) gepufferten Kompensationsspannung an dem mit dem Vergleicherausgang (VO) gekoppelten Anschluss (TC1, TR1) während eines Zeitabschnitts einer folgenden gemeinsamen Lastphase des Laststeuersignals (PWM1) und des weiteren Laststeuersignals (PWM2).

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen



Fig 3

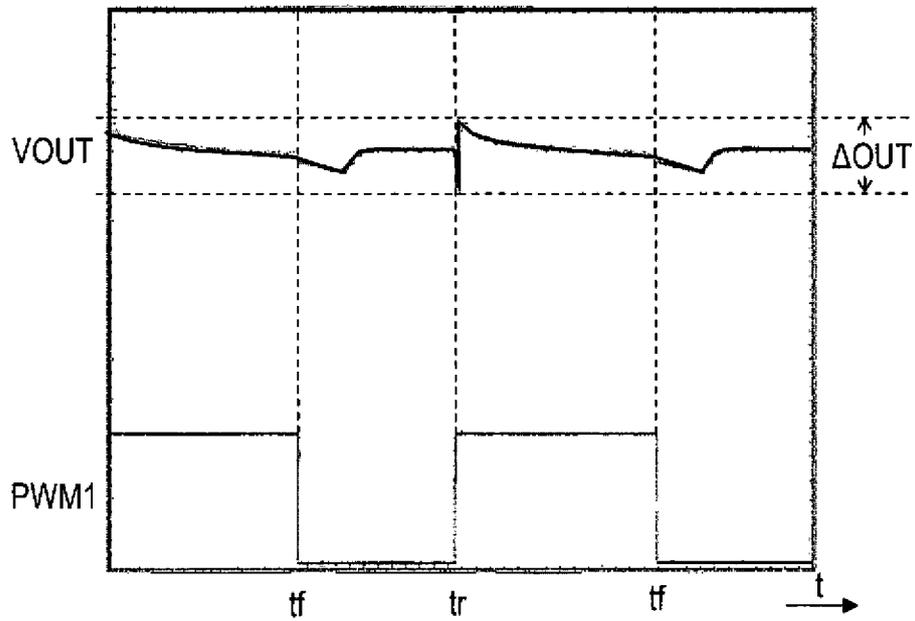


Fig 4

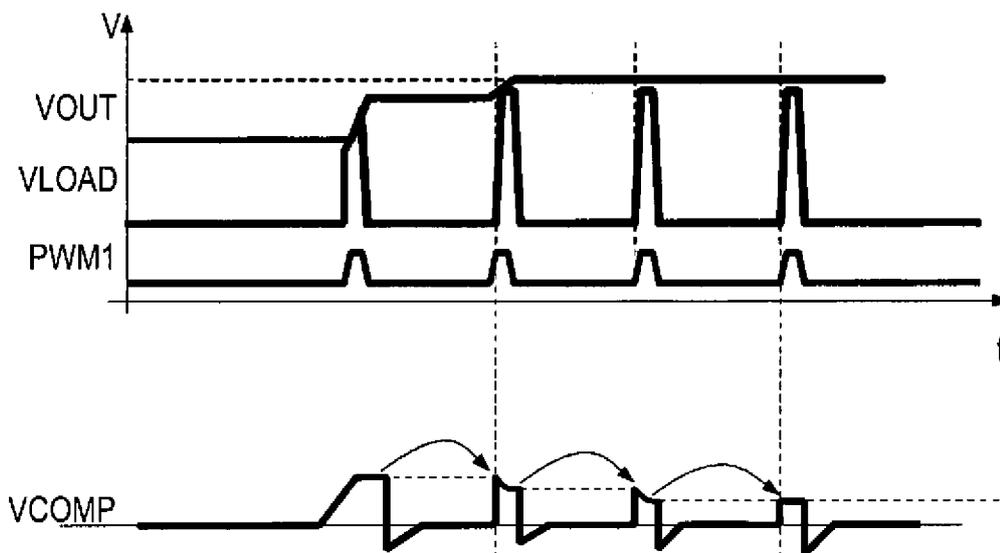




Fig 7

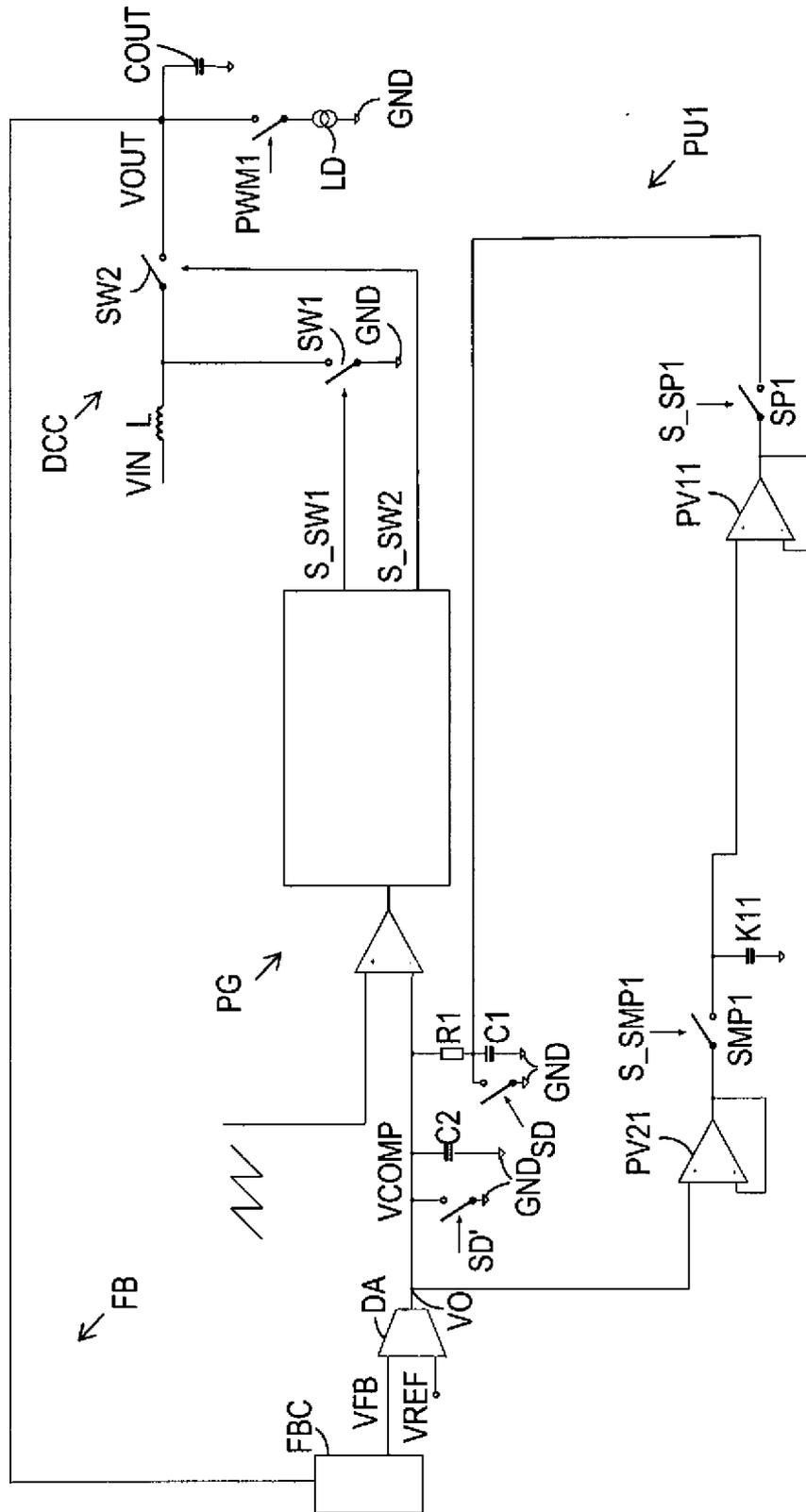




Fig 9

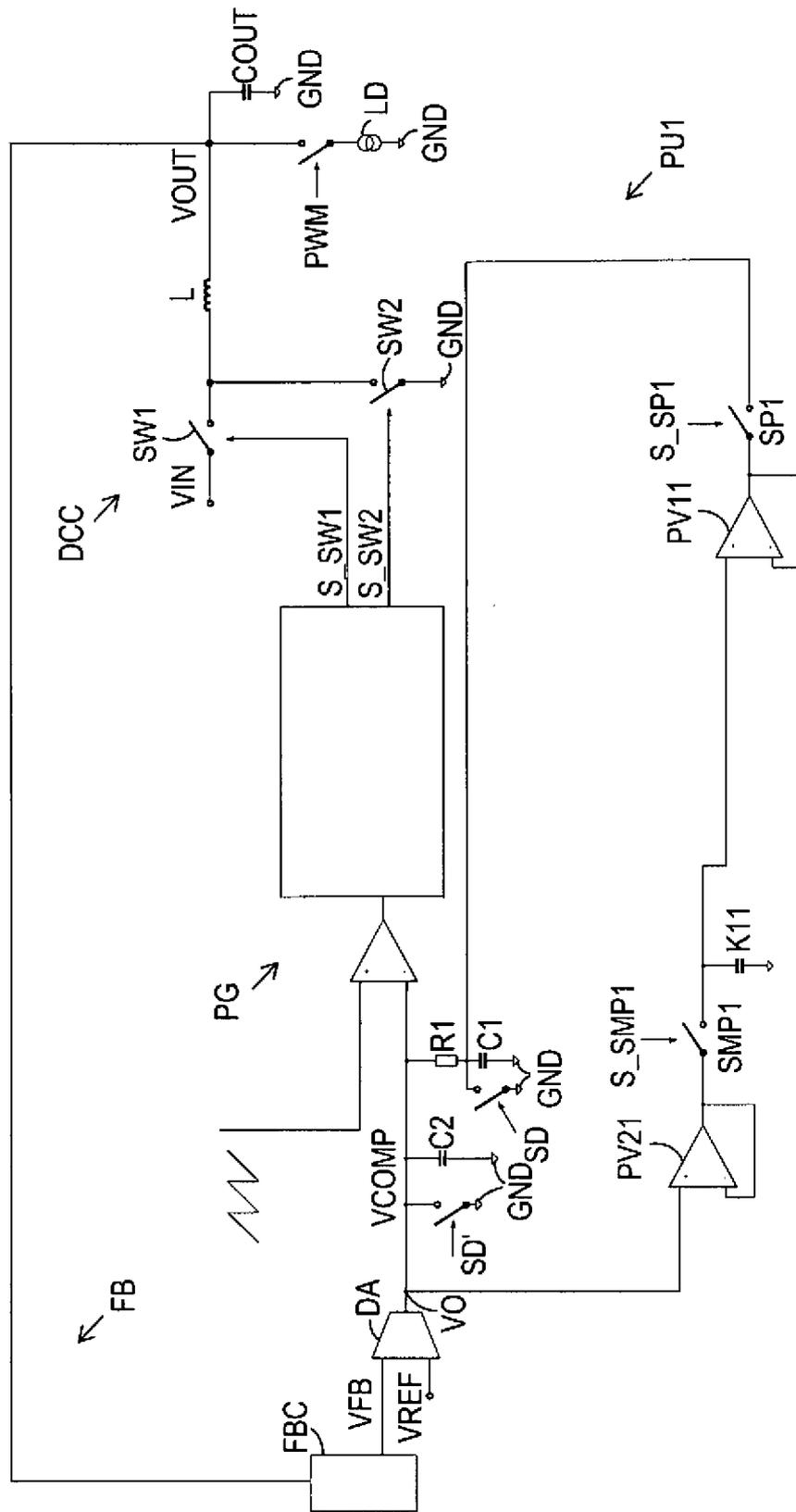




Fig 11

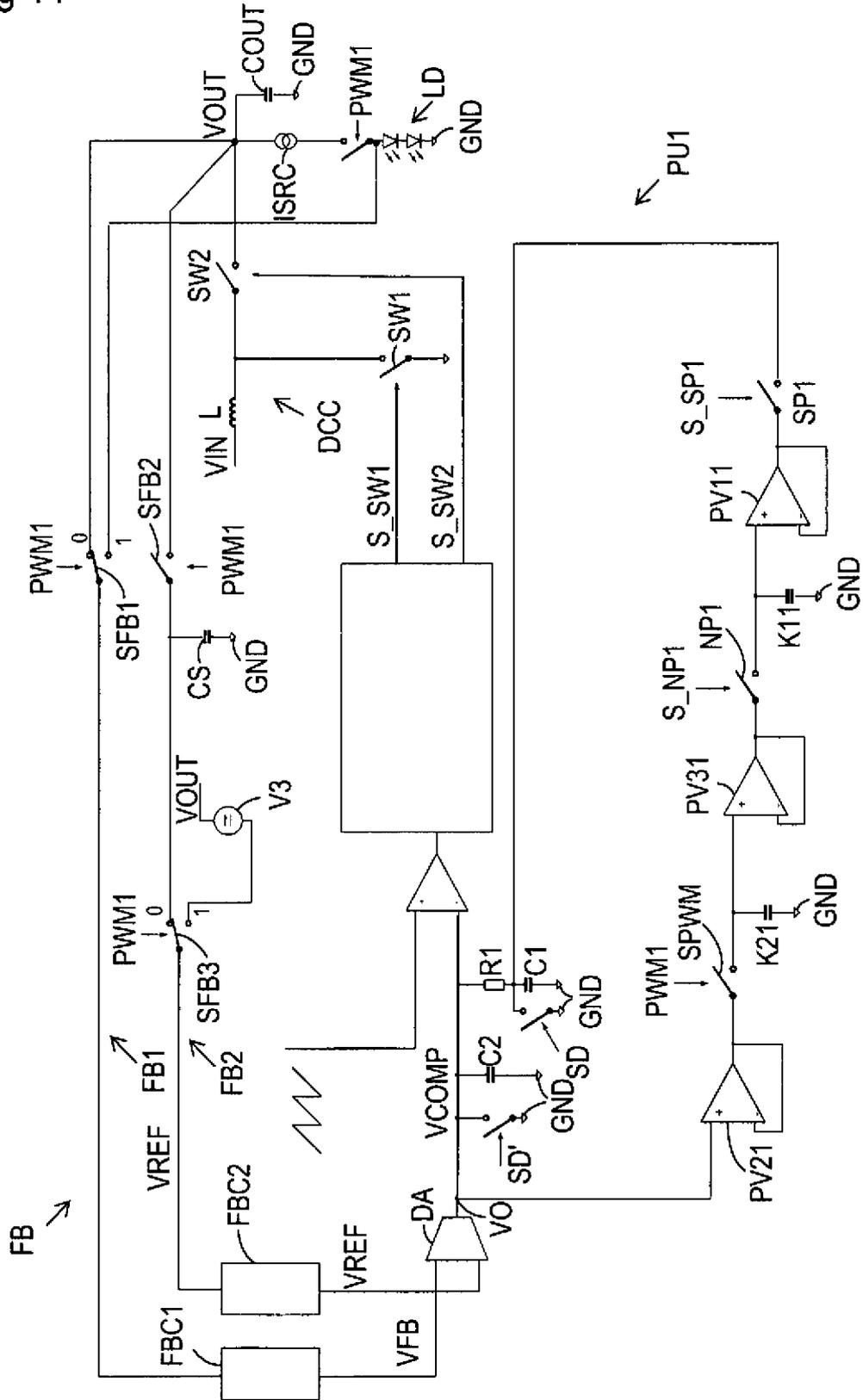


Fig 12

