



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 012 662 A1** 2006.09.21

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 012 662.6**

(22) Anmeldetag: **18.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **21.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H02M 3/07 (2006.01)**

H05B 37/02 (2006.01)

G05F 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
austriamicrosystems AG, Unterpremstätten, AT

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

(72) Erfinder:
Trattler, Peter, Graz, AT

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

DE 100 17 920 A1

DE 600 03 276 T2

US2005/00 47 181 A1

US 45 83 157

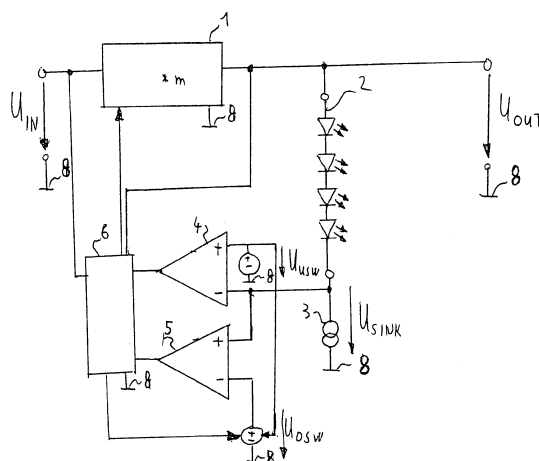
WO 01/08 282 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Anordnung mit Spannungskonverter zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last und Verfahren zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last**

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Anordnung mit Spannungskonverter (1) zur Spannungsversorgung der elektrischen Last (2) mit einer Stromsenke (3), einem ersten Vergleichler (4) und einem zweiten Vergleichler (5) und einer Auswahllogik (6) angegeben. Die Spannung am Ausgang des Spannungskonverters (1) hat eine Abhängigkeit von einem Multiplikationsfaktor. Die Auswahllogik (6) ermittelt einen neuen Multiplikationsfaktor aus den Ergebnissen des Vergleichs einer Stromsenkenspannung mit einem unteren Schwellwert und mit einem oberen Schwellwert. Ein hoher Wirkungsgrad der Energieausnutzung wird dadurch ermittelt, dass der Multiplikationsfaktor so hoch eingestellt wird, dass die Stromsenkenspannung größer als der untere Schwellwert, aber kleiner als der obere Schwellwert ist und damit der Multiplikationsfaktor so hoch wie nötig, aber nicht höher gewählt ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung mit Spannungskonverter zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last und ein Verfahren zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last.

[0002] Die Anordnung kann bei der Versorgung von Leuchtdioden, englisch light emitting diodes, abgekürzt LEDs, wie sie etwa bei tragbaren Telefonen und Digitalkameras verwendet werden, eingesetzt werden.

Stand der Technik

[0003] Spannungskonverter, im Englischen als direct current/direct current converter, abgekürzt DC/DC converter, bezeichnet, dienen üblicherweise dazu, eine niedrige in eine höhere Spannung umzuwandeln. Das Verhältnis der Ausgangsspannung zur Eingangsspannung lässt sich oft durch Wahl eines Multiplikationsfaktors einstellen. Spannungskonverter finden beispielsweise Anwendung bei dem Erzeugen von Blitzen mit einer LED und der Hintergrundbeleuchtung einer Anzeige.

[0004] Tragbare Geräte werden üblicherweise mit einer Batterie betrieben und haben damit keine konstante Spannung für die zu versorgende elektrische Last, wie etwa eine LED. Die Funktion der Last soll aber nicht von einer abnehmenden Eingangsspannung beeinflusst werden. Aus diesem Grund können Spannungskonverter mit einer zusätzlichen Schaltung zum Einstellen des Multiplikationsfaktors betrieben werden.

[0005] Wenn mehrere LEDs von unterschiedlichem Typ oder mit Exemplarstreuungen parallel betrieben werden, kann der Fall auftreten, dass der Multiplikationsfaktor erhöht werden muss, um eine LED mit einer hohen Schwellspannung betreiben zu können. Dies hat einen verschlechterten Wirkungsgrad der Gesamtanordnung zur Folge.

Aufgabenstellung

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Anordnung zur Spannungsversorgung einer oder mehrerer Lasten, die eine höhere Spannung benötigen, mit verbessertem Wirkungsgrad zu schaffen.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Anordnung gelöst, aufweisend:

- einen Spannungskonverter, der an einem Ausgang mit einem Anschluss einer Serienschaltung, umfassend Mittel zum Anschließen der elektrischen Last und eine Stromsenke, verbunden ist und dessen Ausgangsspannung eine Abhängigkeit von einer Eingangsspannung und von einem aktuellen Multiplikationsfaktor aufweist,

- einen ersten Vergleichler, der an einem Abtasteingang mit der Stromsenke zur Zuführung einer Stromsenkenspannung gekoppelt ist und der zum Vergleich der Stromsenkenspannung mit einem unteren Schwellwert eingerichtet ist,
- einen zweiten Vergleichler, der an einem Abtasteingang mit der Stromsenke zur Zuführung der Stromsenkenspannung gekoppelt ist und der zum Vergleich der Stromsenkenspannung mit einem oberen Schwellwert eingerichtet ist, und
- eine Auswahllogik, die mit Ausgängen des ersten und zweiten Vergleichlers und mit einem Steuereingang des Spannungskonverters zur Vorgabe des aktuellen Multiplikationsfaktors verbunden und ausgelegt ist zur Vorgabe eines neuen, größeren Multiplikationsfaktors verglichen mit dem aktuellen Multiplikationsfaktor aus einer Menge von auswählbaren Werten des Multiplikationsfaktors, wenn die Stromsenkenspannung den unteren Schwellwert unterschreitet, und zur Vorgabe eines neuen, kleineren Multiplikationsfaktors, wenn die Stromsenkenspannung den oberen Schwellwert überschreitet.

[0008] Der Spannungskonverter erzeugt eine Ausgangsspannung, die über der elektrischen Last und der Stromsenke abfällt. Idealisiert gilt somit

$$U_{\text{OUT}} = m \cdot U_{\text{IN}} \text{ und } U_{\text{OUT}} = U_{\text{SINK}} + U_{\text{L}},$$

wobei U_{OUT} die Ausgangsspannung des Spannungskonverters, m der Multiplikationsfaktor, U_{IN} die Eingangsspannung des Spannungskonverters, U_{SINK} die Spannung über der Stromsenke, vorliegend Stromsenkenspannung genannt, und U_{L} die Spannung über der elektrischen Last ist. Die elektrische Last kann aus mehreren in Serie geschalteten elektrischen Bauelementen bestehen.

[0009] Mittels der Stromsenke wird der Strom durch die elektrische Last konstant gehalten. Steigt die Ausgangsspannung des Spannungskonverters, so dient die Stromsenke zur Aufnahme der überschüssigen Spannung. So ist vermieden, dass die Spannung über der elektrischen Last und der Strom durch die elektrische Last erhöht ist. Die Spannung über der elektrischen Last und der Strom durch die elektrische Last sind somit praktisch konstant.

[0010] Zur Einstellung des Multiplikationsfaktors ist die Stromsenkenspannung einem Vergleichler zugeführt, der ein Signal gibt, wenn die Stromsenkenspannung unter einen unteren Schwellwert sinkt. Der untere Schwellwert ist abhängig von der Implementierung der gewählten Stromquelle. In diesem Fall ist die elektrische Last nicht mehr ausreichend versorgt und es wird der Multiplikationsfaktor erhöht.

[0011] Die Stromsenkenspannung ist ebenso einem zweiten Vergleichler zugeführt, der die Stromsenken-

spannung mit einem oberen Schwellwert vergleicht. Übersteigt die Stromsenkenspannung den oberen Schwellwert, so gibt der zweite Vergleich ein Signal ab, so dass ein niedrigerer Multiplikationsfaktor des Spannungskonverters eingestellt wird. Diese Reduzierung des Multiplikationsfaktors bewirkt eine Steigerung des Wirkungsgrades der Spannungsversorgung, da der Multiplikationsfaktor so hoch wie nötig, aber nicht höher gewählt ist.

[0012] Bevorzugt ist der Spannungskonverter so eingerichtet, dass er ohne zusätzlichen Schalteraufwand ganzzahlige Multiplikationsfaktoren erzeugen kann.

[0013] Wenn in einer Weiterbildung eine weitere elektrische Last mit einer weiteren Stromsenke verbunden und parallel zu der Serienschaltung, bestehend aus der elektrischen Last und der Stromsenke, vom Spannungskonverter betrieben ist, so tritt ein Spannungsabfall in zwei Stromsenken auf, der in Wärme umgesetzt wird. Durch eine Serienschaltung der weiteren elektrischen Last und der elektrischen Last wird kein Platz für die weitere Stromsenke benötigt und es fällt die weitere Stromsenke als Verbraucher elektrischer Leistung weg. Eine Serienschaltung von Lasten in Kombination mit einem Spannungskonverter mit mehreren Multiplikationsfaktoren erhöht somit den Wirkungsgrad der Anordnung noch weiter.

[0014] In einer Ausführungsform ist die elektrische Last mit dem Bezugspotentialanschluss verbunden. Die Stromsenkenspannung resultiert aus der Differenz zwischen dem Potential des Ausgangsspannungsanschlusses des Spannungskonverters und dem Potential eines Schaltungsknoten der Serienschaltung, der zwischen der elektrischen Last und der Stromsenke gebildet ist.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die elektrische Last mit dem Ausgang des Spannungskonverters verbunden sein. Die Stromsenkenspannung ist in diesem Fall die Potentialdifferenz zwischen dem Potential des Schaltungsknoten der Serienschaltung, der zwischen der elektrischen Last und der Stromsenke gebildet ist, und dem Bezugspotential. Der Vorteil liegt in einer einfacheren Durchführung des Vergleichs der Stromsenkenspannung mit dem unteren Schwellwert durch den ersten Vergleich und des Vergleichs der Stromsenkenspannung mit dem oberen Schwellwert durch den zweiten Vergleich.

[0016] Für den unteren und den oberen Schwellwert ist je ein Wert vorzugeben. Mit Vorteil kann jedoch der obere Schwellwert in Abhängigkeit von dem unteren Schwellwert bestimmt sein. Der untere Schwellwert ist eine Funktion des benötigten Stroms und der Realisierung der Stromsenke.

[0017] Mit Vorteil wird der obere Schwellwert wie folgt bestimmt:

$$U_{OSW} = U_{USW} + U_{IN} \cdot (m_{AKT} - m_{NEU})$$

wobei U_{OSW} der obere Schwellwert, U_{USW} der untere Schwellwert, U_{IN} die Eingangsspannung, m_{AKT} der aktuelle Multiplikationsfaktor und m_{NEU} der neue, kleinere Multiplikationsfaktor ist. Ein Vorteil der Einrichtung nach dieser Vorschrift ist, dass, wenn die Stromsenkenspannung den oberen Schwellwert erreicht, nach dem Umschalten des Multiplikationsfaktors die Stromsenkenspannung identisch mit dem unteren Schwellwert ist.

[0018] Sofern die Multiplikationsfaktoren ganze und aufeinanderfolgende Zahlen größer oder gleich 1 sind, ist die Differenz des aktuellen Multiplikationsfaktors und des neuen, kleineren Multiplikationsfaktors gleich 1. Daraus resultiert die einfache Gleichung, dass der obere Schwellwert gleich der Summe des unteren Schwellwertes und der Eingangsspannung ist.

[0019] Falls die weitere elektrische Last einen anderen Laststrom benötigt oder sie zeitlich unabhängig von der elektrischen Last betrieben werden soll, ist mit Vorteil die Anordnung in einer bevorzugten Weiterbildung zum Betrieb einer weiteren Serienschaltung, die Mittel zum Anschließen der weiteren elektrischen Last und die weitere Stromsenke aufweist, ausgelegt. Dazu ist die Anordnung mit einem weiteren ersten Vergleich und einem weiteren zweiten Vergleich ergänzt. Der weitere erste Vergleich vergleicht die weitere Stromsenkenspannung mit einem weiteren unteren Schwellwert, der mit Vorteil einen anderen Wert als der untere Schwellwert einnehmen kann. Der weitere zweite Vergleich vergleicht die weitere Stromsenkenspannung mit einem weiteren oberen Schwellwert. Die Auswahllogik verknüpft nun die Ergebnisse der verschiedenen Vergleiche und ermittelt daraus einen neuen Multiplikationsfaktor.

[0020] In einer anderen Weiterbildung können in entsprechender Weise mehrere weitere elektrische Lasten und die dazugehörigen mehreren weiteren Serienschaltungen verschaltet und betrieben sein.

[0021] In einer Weiterbildung kann der neue Multiplikationsfaktor dadurch ermittelt werden, dass ein höherer Multiplikationsfaktor eingestellt wird, wenn die Stromsenkenspannung kleiner als der untere Schwellwert und die weitere Stromsenkenspannung kleiner als der weitere untere Schwellwert ist.

[0022] In einer Weiterbildung kann der neue Multiplikationsfaktor dadurch ermittelt werden, dass ein niedrigerer Multiplikationsfaktor eingestellt wird, wenn die Stromsenkenspannung größer als der obere

re Schwellwert und die weitere Stromsenkenspannung größer als der weitere obere Schwellwert ist.

[0023] Sind mehrere verschiedene Lasten von diesem Spannungskonverter zu betreiben, so kann es vorteilhaft sein, nicht jede Last gleichwertig, sondern wichtige elektrische Lasten prioritär bei der Vorgabe des neuen Multiplikationsfaktors zu berücksichtigen.

[0024] Bevorzugt weist der Spannungskonverter auf:

- eine erste Stufe, die an ihrem Eingang mit einem Eingang des Spannungskonverters gekoppelt ist und einen ersten Kondensator und ein erstes Schaltmittel umfasst,
- eine zweite Stufe, die an ihrem Eingang mit einem Ausgang der ersten Stufe und an ihrem Ausgang mit dem Ausgang des Spannungskonverters gekoppelt ist und einen zweiten Kondensator und ein zweites Schaltmittel umfasst, und
- eine Steuereinheit, die mit dem Steuereingang des Spannungskonverters und mit dem ersten und dem zweiten Schaltmittel verbunden ist.

[0025] Der bevorzugte Spannungskonverter hat somit Stufen, die in identischer Weise aufgebaut sind. Die Kopplung der ersten Stufe mit der Eingangsspannung und die Kopplung der zweiten Stufe mit dem Ausgang des Spannungskonverters kann durch weitere Stufen erfolgen. Ist der mit diesen Stufen erreichbare Multiplikationsfaktor ausreichend hoch, kann die Kopplung durch eine einfache Verbindung realisiert sein. Die Kopplung kann ein Schaltmittel umfassen.

[0026] Mit Vorteil kann die Kopplung anstelle durch eine einfache Verbindung durch eine glättende Schaltung mit einem Kondensator, die als Tiefpass wirkt, gebildet sein. Mit Vorteil kann die Kopplung durch eine Schaltung, die als Tiefpass höherer Ordnung wirkt, gebildet sein.

[0027] Um Energie von einer Spannungsquelle auf einen Kondensator übertragen und anschließend den Kondensator von der Spannungsquelle trennen und die Energie an einer anderen Stelle in einer Schaltung abgeben zu können, sind bis zu vier Schalter notwendig. Mit Vorteil weist ein Schaltmittel für eine Stufe des Spannungskonverters drei Schalter auf. Die erste Elektrode des ersten Kondensators ist dabei über einen ersten Transferschalter mit dem Eingang der ersten Stufe und in einer Verbindung ohne Schalter mit dem Ausgang der ersten Stufe verbunden. Die zweite Elektrode des ersten Kondensators ist mit einem ersten Bezugspotentialschalter mit einem Bezugspotentialanschluss und mit einem ersten Hebeschalter mit dem Eingangsspannungsanschluss des Spannungskonverters verbunden.

[0028] Die Steuereinheit schaltet in einer ersten Taktphase den ersten Hebeschalter in einen offenen

Schaltzustand und den ersten Transferschalter und den ersten Bezugspotentialschalter in einen geschlossenen Schaltzustand. In einer zweiten Taktphase schaltet die Steuereinheit den ersten Transferschalter und den ersten Bezugspotentialschalter in einen offenen Schaltzustand und den ersten Hebeschalter in einen geschlossenen Schaltzustand.

[0029] Mit Vorteil ist das zweite Schaltmittel in analoger Weise wie das erste Schaltmittel aufgebaut. Das zweite Schaltmittel umfasst damit einen zweiten Transferschalter, einen zweiten Bezugspotentialschalter und einen zweiten Hebeschalter. Die Steuereinheit schaltet in der ersten Taktphase den zweiten Transferschalter und den zweiten Bezugspotentialschalter in einen offenen Schaltzustand und den zweiten Hebeschalter in einen geschlossenen Schaltzustand. In der zweiten Taktphase schaltet die Steuereinheit den zweiten Transferschalter und den zweiten Bezugspotentialschalter in einen geschlossenen Schaltzustand und den zweiten Hebeschalter in einen offenen Schaltzustand.

[0030] Somit wird in der ersten Taktphase der erste Kondensator aufgeladen, wobei sich die erste Elektrode auf dem Potential der Eingangsspannung und die zweite Elektrode auf dem Bezugspotential befinden. In der zweiten Taktphase wird die zweite Elektrode des ersten Kondensators auf das Potential der Eingangsspannung angehoben. Da die Spannung über einem Kondensator auch bei Schaltvorgängen einen stetigen Verlauf hat, ist somit die erste Elektrode des ersten Kondensators auf dem doppelten Potential der Eingangsspannung. Durch das Öffnen des zweiten Transferschalters kann Ladung vom ersten Kondensator auf den zweiten Kondensator geschoben werden. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch, so dass nach einer Reihe von Taktphasen der Ausgang der ersten Stufe auf dem doppelten Wert der Eingangsspannung und der Ausgang der zweiten Stufe auf dem dreifachen Wert der Eingangsspannung liegt.

[0031] Es können mehr als zwei Stufen für den Spannungskonverter vorgesehen sein. Um einen Multiplikationsfaktor von N zu erreichen, sind $N - 1$ Stufen notwendig.

[0032] Sollte das zweite Schaltmittel ohne weitere Stufen an den Ausgang des Spannungskonverters gekoppelt sein, so ist mit Vorteil das zweite Schaltmittel mit nur einem Schalter ausgestattet. Die erste Elektrode des zweiten Kondensators ist in Analogie zum ersten Schaltmittel mit einem Transferschalter, der die erste Elektrode des zweiten Kondensators mit dem Eingang der zweiten Stufe verbindet, und einer Verbindung, die die erste Elektrode mit dem Ausgang der zweiten Stufe verbindet, versehen. Die zweite Elektrode des zweiten Kondensators ist an die Eingangsspannung koppelbar. Da die Eingangsspan-

nung Schwankungen unterliegen kann, ist mit Vorteil die zweite Elektrode an den Bezugspotentialanschluss gekoppelt. Die Steuereinheit schaltet den zweiten Transferschalter in der ersten Taktphase in den offenen Schaltzustand und in der zweiten Taktphase in den geschlossenen Schaltzustand. Das zweite Schaltmittel weist bei dieser Verschaltung eine geringere Schwankung der Ausgangsspannung auf als ein Schaltmittel, das mehrere Schalter umfasst.

[0033] Mittels der Steuereinheit kann ein neuer, kleinerer Multiplikationsfaktor dadurch eingestellt werden, dass der zweite Transferschalter in der ersten und in der zweiten Taktphase geschlossen ist. In der ersten Taktphase wird nun von der Spannung am Eingang der ersten Stufe sowohl der erste Kondensator wie auch der zweite Kondensator aufgeladen. In der zweiten Taktphase wird durch das parallele Öffnen des ersten und zweiten Bezugspotentialschalters und durch das parallele Schließen des ersten und zweiten Hebeschalters die zweite Elektrode des ersten und des zweiten Kondensators angehoben, so dass vom ersten und vom zweiten Kondensator Ladung am Ausgang der zweiten Stufe abgegeben wird.

[0034] Während der zweite Transferschalter in der ersten und in der zweiten Taktphase geschlossen ist, ist mit Vorteil der erste Kondensator stillgelegt. Dies geschieht beispielsweise dadurch, dass zur Stilllegung des ersten Kondensators der erste Hebeschalter und der erste Bezugspotentialschalter offen sind. Damit ist erreicht, dass beim Schalten nicht die zweite Elektrode des ersten Kondensators auf die Eingangsspannung aufgeladen und anschließend diese Ladung dem Bezugspotential zugeführt wird. Durch das Stilllegen des ersten Kondensators ist somit der Wirkungsgrad der Energieausnutzung gesteigert.

[0035] Mit Vorteil kann jedoch das Potential der zweiten Elektrode definiert und nicht schwankend gelassen sein, indem der Hebeschalter geschlossen und der Bezugspotentialschalter offen ist. Mit Vorteil kann die Belastung der Eingangsspannung weiter verringert werden, indem anstelle des Bezugspotentialschalters der Hebeschalter offen und anstelle des Hebeschalters der Bezugspotentialschalter geschlossen ist.

[0036] In analoger Weise kann auch der zweite Kondensator anstelle des ersten Kondensators stillgelegt werden, um den Wirkungsgrad zu erhöhen.

[0037] Das Schließen des zweiten Transferschalters zum Wirksamwerden des neuen, kleineren Multiplikationsfaktors kann im Falle einer größeren Anzahl von Stufen an verschiedenen Stellen in dieser Hintereinanderschaltung der Stufen durchgeführt werden. Vorzugsweise werden diejenigen Stufen

stillgelegt, die am nächsten zu dem Ausgang des Spannungskonverters sind.

[0038] Um den aktuellen Multiplikationsfaktor auf einen Wert einstellen zu können, der nicht nur um 1, sondern um einen Wert L kleiner als der Wert N ist, wobei der Wert N mit einem N – 1 Stufen umfassenden Spannungskonverter erreichbar ist, müssen die Transferschalter von L Stufen in der ersten und in der zweiten Taktphase geschlossen sein.

[0039] Bevor die Transferschalter unmittelbar benachbarter Stufen geschlossen werden, kann mit Vorteil zunächst der Transferschalter nicht unmittelbar benachbarter Stufen geschlossen werden.

[0040] Beim Schließen des zweiten Transferschalters zum Wirksamwerden des neuen, kleineren Multiplikationsfaktors werden die Taktphasen der folgenden Stufen von der Steuereinheit vertauscht.

[0041] Zum Wirksamwerden eines neuen, größeren Multiplikationsfaktors sind die Maßnahmen zum Einstellen eines neuen, kleineren Multiplikationsfaktors aufzuheben. Der zweite Transferschalter ist in diesem Fall in einer Taktphase offen und in der anderen Taktphase geschlossen geschaltet.

[0042] Mit Vorteil sind die verschiedenen Schalter in der zeitlichen Reihenfolge so angesteuert, dass eine hohe Energieeffizienz erreicht wird. Nichtüberlappungszeiten sind einzuhalten, so dass das Öffnen der in einer Taktphase zu öffnenden Transferschalter abgeschlossen ist, bevor das Schließen der in der gleichen Taktphase zu schließenden Transferschalter beginnt. Damit ist vermieden, dass die Energie des Kondensators einer Stufe an den Eingang der Stufe anstelle an den Ausgang der Stufe weitergegeben wird.

[0043] Zur Vermeidung eines Kurzschlusses der Eingangsspannung sind der Hebe- und der Bezugspotentialschalter einer Stufe so angesteuert, dass sie nie gleichzeitig geschlossen sind.

[0044] Mit Vorteil umfassen die Transfer-, Bezugspotential- und Hebeschalter jeweils einen Feldeffekttransistor. Die Schwellenspannung der Feldeffekttransistoren und der Ladungstyp können mit Vorteil so ausgewählt sein, dass der Stromfluss von der Eingangsspannung über den Hebetransistor und über den Bezugspotentialtransistor zum Bezugspotential äußerst klein gehalten ist. Bei einer Ausführung des Hebe- und des Bezugspotentialsschalters als Inverter, der in der komplementären Metall-Oxid-Halbleiter Technik, englisch Complementary Metal-Oxide Semiconductor Technology, abgekürzt CMOS-Technology, hergestellt ist, ist dies der Fall.

[0045] Bezüglich des Verfahrens und Weiterbildung-

gen des Verfahrens wird auf die vorangegangene Beschreibung der Funktionsweise und auf die Ansprüche verwiesen.

[0046] Zusammenfassend hat das vorgeschlagene Prinzip als Vorteile:

- eine deutlich verbesserte Effizienz beim Energieeinsatz,
- eine verbesserte Flächenausnutzung auf dem Chip durch den Wegfall von Stromsenken.

[0047] Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen des vorgeschlagenen Prinzips sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ausführungsbeispiel

[0048] Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand der Figuren näher erläutert:

[0049] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Anordnung mit Spannungskonverter und Spannungsversorgung einer elektrischen Last.

[0050] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels der Anordnung mit Spannungskonverter, nämlich zur Versorgung mehrerer elektrischer Lasten.

[0051] [Fig. 3](#) zeigt einen beispielhaften Verlauf der Stromsenkensenkung bei einer steigenden und einer abnehmenden Eingangsspannung.

[0052] [Fig. 4a](#) zeigt einen ersten Schaltzustand einer ersten und einer zweiten Stufe eines beispielhaften Spannungskonverters.

[0053] [Fig. 4b](#) zeigt den zweiten Schaltzustand der Stufen von [Fig. 4a](#).

[0054] [Fig. 5](#) zeigt eine Stufe, wie sie vorzugsweise als letzte Stufe vor dem Ausgang des Spannungskonverters eingesetzt ist.

[0055] [Fig. 6](#) zeigt ein Blockschaltbild einer beispielhaften Ausführungsform des Spannungskonverters in sieben Stufen.

[0056] [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) zeigen ein Schaltbild einer Ausführungsform des Spannungskonverters mit sieben Stufen an einem Beispiel, wobei die Schalter durch Feldeffekttransistoren ausgebildet sind, und zwei Schaltbilder zu Ausführungsformen eines Bulk-Anschlusses eines Feldeffekttransistors.

[0057] [Fig. 1](#) zeigt einen Spannungskonverter **1**, der an einem ersten Eingang an eine Eingangsspannung U_{IN} anschließbar ist und der an einem Ausgang

mit einer Serienschaltung verbunden ist. Die Spannung U_{OUT} am Ausgang des Spannungskonverters **1** hat eine Abhängigkeit von der Spannung am ersten Eingang U_{IN} und von einem Multiplikationsfaktor m . Die Serienschaltung umfasst Mittel zum Anschließen einer elektrischen Last **2** und eine Stromsenke **3**. In [Fig. 1](#) ist weiter die elektrische Last **2** mit dem Ausgang des Spannungskonverters **1** und die Stromsenke **3** mit dem Bezugspotentialanschluss **8** verbunden.

[0058] Die Stromsenkensenkung U_{SINK} wird von einem ersten Vergleich **4** mit einem unteren Schwellwert U_{USW} und von einem zweiten Vergleich **5** mit einem oberen Schwellwert U_{OSW} verglichen. Die Ergebnisse der Vergleiche **4** und **5** werden einer Auswahllogik **6** zugeführt, die den aktuellen Multiplikationsfaktor m an den Spannungskonverter **1** weitergibt.

[0059] Der obere Schwellwert U_{OSW} ist eine Funktion des unteren Schwellwerts U_{USW} , der einstellbaren Multiplikationsfaktoren und einer von der Eingangsspannung U_{IN} ableitbaren Größe. In [Fig. 1](#) wird die Eingangsspannung U_{IN} dem zweiten Vergleich **5** zugeführt. Dazu ist der Vergleich **5** mit der Auswahllogik **6** und die Auswahllogik **6** mit dem ersten Eingang des Spannungskonverters **1** gekoppelt.

[0060] In einer alternativen Ausführungsform kann der Vergleich **5** direkt mit der Eingangsspannung U_{IN} gekoppelt sein. Da die Ausgangsspannung U_{OUT} eine Funktion der Eingangsspannung U_{IN} ist, kann in einer weiteren alternativen Ausführungsform auch die Ausgangsspannung U_{OUT} dem Vergleich **5** zugeführt werden.

[0061] Das Einstellen eines kleineren Multiplikationsfaktors m steigert den Wirkungsgrad des Energieverbrauchs der Spannungsversorgung.

[0062] Die Anordnung in [Fig. 2](#) ist eine Weiterbildung der Anordnung von [Fig. 1](#). Die Anordnung von [Fig. 2](#) stimmt weitgehend mit der Anordnung gemäß [Fig. 1](#) überein und wird insoweit an dieser Stelle nicht noch einmal beschrieben. An den Spannungskonverter **1** sind in der beispielhaften Ausführung gemäß [Fig. 2](#) drei Serienschaltungen angeschlossen, umfassend jeweils ein Mittel zum Anschließen einer elektrischen Last **2**, **2'**, **2''** und eine dazugehörige Stromsenke **3**, **3'**, **3''**. Die drei Stromsenkensenkungen sind jeweils einem ersten Vergleich **4**, **4'**, **4''** und einem zweiten Vergleich **5**, **5'**, **5''** zugeführt. Die ersten und zweiten Vergleiche **4**, **4'**, **4''**, **5**, **5'**, **5''** sind mit der Auswahllogik **6** verknüpft, die den aktuellen Multiplikationsfaktor m dem Spannungskonverter **1** zuführt.

[0063] Der Multiplikationsfaktor m wird auf Basis der Signale der Vergleiche **4**, **4'**, **4''**, **5**, **5'**, **5''** eingestellt,

um die Spannungsversorgung der elektrischen Lasten **2**, **2'**, **2''** sicherzustellen und den Wirkungsgrad zu optimieren. Hierzu können je nach Anwendung unterschiedliche Regeln in der Auswahllogik **6** implementiert sein. Mit Vorteil ist eine Priorisierung der elektrischen Lasten **2**, **2'**, **2''** in den Regeln enthalten.

[0064] [Fig. 3](#) zeigt einen beispielhaften Verlauf der Eingangsspannung U_{IN} mit einer ansteigenden und dann abnehmenden Flanke. Für den Multiplikationsfaktor m sind in diesem Beispiel ganze Zahlen auswählbar. Der Wert der Stromsenkenspannung U_{SINK} steigt bei steigender Eingangsspannung U_{IN} und erreicht den oberen Schwellwert U_{OSW} . Dies veranlasst die Anordnung, den Multiplikationsfaktor m zurückzuschalten, in diesem Beispiel von 6 auf 5 und im weiteren Verlauf von 5 auf 4.

[0065] Auch bei einem linearen Anstieg der Eingangsspannung U_{IN} wird die Stromsenkenspannung U_{SINK} bei den verschiedenen Multiplikationsfaktoren zwar ebenfalls abschnittsweise linear, aber mit einer um den Multiplikationsfaktor m größeren Steigung ansteigen. Daher ist trotz einer konstanten Steigung der Eingangsspannung bis zum höchsten Wert der Eingangsspannung die Steigung der Stromsenkenspannung unterschiedlich. Dies ist aus folgender in erster Näherung gültigen Gleichung ersichtlich:

$$U_{SINK} = m \cdot U_{IN} - U_L,$$

wobei U_{SINK} die Spannung über der Stromsenke **3**, m der Multiplikationsfaktor, U_{IN} die Eingangsspannung und U_L die Spannung über der elektrischen Last **2** ist. Die Spannung U_L über der elektrischen Last **2** ist im Betrieb praktisch konstant.

[0066] Bei der Abnahme der Eingangsspannung U_{IN} erreicht die Stromsenkenspannung U_{SINK} den unteren Schwellwert U_{USW} , so dass der Multiplikationsfaktor m zuerst von 4 auf 5 und dann von 5 auf 6 erhöht wird.

[0067] Mit Vorteil ist der obere Schwellwert U_{OSW} keine Konstante, sondern eine von der Eingangsspannung U_{IN} in folgender Weise abhängige Größe:

$$U_{OSW} = U_{USW} + U_{IN}$$

wobei U_{OSW} der obere Schwellwert, U_{USW} der untere Schwellwert und U_{IN} die Eingangsspannung ist. Die Gleichung gilt für einen Multiplikationsfaktor, der aus aufeinanderfolgenden ganzen Zahlen auswählbar ist. So wird bei einem Ansteigen der Eingangsspannung U_{IN} und dem dadurch ausgelösten Umschalten des Multiplikationsfaktor m die Stromsenkenspannung U_{SINK} unmittelbar vom oberen Schwellwert U_{OSW} auf den unteren Schwellwert U_{USW} absinken.

[0068] Der obere Schwellwert kann mit Vorteil etwas höher als in obiger Formel gewählt sein, damit bei ei-

nem Umschalten des Multiplikationsfaktors die Stromsenkenspannung nicht exakt auf den unteren Schwellwert absinkt. Damit wird ein Oszillieren des Multiplikationsfaktors zwischen zwei benachbarten Werten vermieden.

[0069] [Fig. 4a](#) zeigt beispielhaft eine erste Stufe **11** und eine zweite Stufe **21** des Spannungskonverters **1** von den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#). Die erste Stufe **11** umfasst einen ersten Kondensator **12**, einen ersten Transferschalter **14**, einen ersten Bezugspotentialschalter **15** und einen ersten Hebeschalter **16**. Eine erste Elektrode des ersten Kondensators **12** ist über den ersten Transferschalter **14** mit einem Eingang der ersten Stufe **11** und über eine Leitung mit dem Ausgang der ersten Stufe **11** verbunden. Eine zweite Elektrode des ersten Kondensators **12** ist über den ersten Potentialanschlussschalter **15** mit dem Bezugspotentialanschluss **8** verbunden. Der zweiten Elektrode wird über den ersten Hebeschalter **16** die Eingangsspannung U_{IN} zugeführt. Der Eingang der ersten Stufe **11** ist mit dem Eingang des Spannungskonverters **1** verkoppelt.

[0070] Die zweite Stufe **21** umfasst einen zweiten Kondensator **22**, einen zweiten Transferschalter **24**, einen zweiten Bezugspotentialschalter **25** und einen zweiten Hebeschalter **26**. Eine erste Elektrode des zweiten Kondensators **22** ist über den zweiten Transferschalter **24** mit einem Eingang der zweiten Stufe **21**, die an den Ausgang der ersten Stufe **11** angeschlossen ist, und über eine Leitung mit dem Ausgang der zweiten Stufe **21** verbunden. Eine zweite Elektrode des zweiten Kondensators **22** ist über den zweiten Potentialanschlussschalter **25** mit dem Bezugspotentialanschluss **8** verbunden. Der zweiten Elektrode wird über den zweiten Hebeschalter **26** die Eingangsspannung U_{IN} zugeführt. Der Ausgang der zweiten Stufe **21** ist mit dem Ausgang des Spannungskonverters **1** verkoppelt.

[0071] In [Fig. 4a](#) ist ein erster Schaltzustand in einer ersten Taktphase eingezeichnet. Bei diesem wird in der ersten Stufe **11** der erste Kondensator **12** über den ersten Transferschalter **14** von der Eingangsspannung U_{IN} aufgeladen. Die zweite Elektrode des ersten Kondensators **12** befindet sich dabei auf dem Bezugspotential, da der erste Bezugspotentialschalter **15** geschlossen ist. Der erste Hebeschalter **16** ist offen.

[0072] Der zweite Transferschalter **24** ist in der ersten Taktphase offen, so dass die erste Elektrode des ersten Kondensators **12** und die erste Elektrode des zweiten Kondensators **22** in der ersten Taktphase nicht leitend verbunden sind. Die Ladung auf dem zweiten Kondensator **22** steht jedoch am Ausgang der zweiten Stufe **21** zur Verfügung. Die untere Elektrode des zweiten Kondensators **22** befindet sich auf dem Eingangsspannungspotential U_{IN} , da der zweite

Hebeschalter **26** geschlossen und der zweite Bezugspotentialschalter **25** geöffnet ist.

[0073] Die Steuereinheit **7** ist mit allen Schaltern **14**, **15**, **16**, **24**, **25**, **26** zur Einstellung des ersten Schaltzustandes verknüpft.

[0074] [Fig. 4b](#) zeigt einen zweiten Schaltzustand in einer zweiten Taktphase der Anordnung gemäß [Fig. 4a](#). In der zweiten Taktphase ist der erste Kondensator **12** von dem Eingang der ersten Stufe **11** abgetrennt dadurch, dass der erste Transferschalter **14** geöffnet ist. Der erste Hebeschalter **16** ist geschlossen, sodass unmittelbar nach dem Schließen des Hebeschalters die Ladung der ersten Elektrode des ersten Kondensators **12** auf dem Potential der zweifachen Eingangsspannung U_{IN} ist. Der erste Bezugspotentialschalter **15** ist offen.

[0075] Da der zweite Transferschalter **24** geschlossen ist, kann Ladung von der ersten Stufe **11** zur zweiten Stufe **21** fließen. Die zweite Elektrode des zweiten Kondensators **22** ist auf dem Bezugspotential, da der zweite Bezugspotentialschalter **25** geschlossen ist. Der zweite Hebeschalter **26** ist offen.

[0076] Die Summe der Ladungen auf der ersten Elektrode des ersten Kondensators **12** und der ersten Elektrode des zweiten Kondensators **22** ändert sich beim Öffnen des zweiten Transferschalters **24** in erster Näherung nicht. Nach dem Ausgleichsvorgang ist das Potential der ersten Elektrode des ersten Kondensators **12** und der ersten Elektrode des zweiten Kondensators **22** in erster Näherung identisch. Am Ende des Ausgleichsvorganges ist die Spannung über dem zweiten Kondensator **22** die Summe der Spannung über dem ersten Kondensator **12** und der Eingangsspannung U_{IN} . Aus der Gleichung für den Ladungserhalt, der Gleichung über die Spannungen und den Bauelementgleichungen für den ersten und den zweiten Kondensator **12** und **22** ergibt sich in erster Näherung die Spannung U_{22} über dem zweiten Kondensator **22** am Ende der zweiten Taktphase.

[0077] Erste und zweite Taktphase wechseln periodisch ab, so dass die Spannung U_{12} über dem ersten Kondensator **12** asymptotisch und unter Voraussetzung idealer Verhältnisse auf den Wert der Eingangsspannung U_{IN} und die Spannung U_{22} über dem zweiten Kondensator **22** auf den zweifachen Wert des Wertes der Eingangsspannung U_{IN} ansteigt. Am Ausgang der ersten Stufe **11** steht dann im Idealfall bei dem Schließen des zweiten Transferschalters der zweifache Wert der Eingangsspannung U_{IN} und am Ausgang der zweiten Stufe bei dem Schließen eines dritten Transferschalters einer dritten Stufe der dreifache Wert der Eingangsspannung U_{IN} zur Verfügung.

[0078] Der Multiplikationsfaktor m wird dem Span-

nungskonverter **1** zugeführt, wobei in [Fig. 4a](#) der erste und in [Fig. 4b](#) der zweite Schaltzustand dargestellt ist, mit denen der maximal mit zwei Stufen erzielbare Multiplikationsfaktor, nämlich 3 erreicht wird.

[0079] [Fig. 5](#) zeigt die zweite Stufe **71**, wie sie mit Vorteil als Stufe unmittelbar vor dem Ausgang des Spannungskonverters **1** realisiert ist. Die zweite Stufe **71** umfasst den Transferschalter **74**, der im geschlossenen Zustand dazu dient, Ladung von der vorherigen Stufe auf den zweiten Kondensator **72** fließen zu lassen. Die Spannung über dem zweiten Kondensator **72** steht als Ausgangsspannung U_{OUT} zur Verfügung.

[0080] [Fig. 6](#) zeigt ein Blockschaltbild des Spannungskonverters **1** mit sieben Stufen. Die Stufen **11**, **21**, **31**, **41**, **51**, **61**, **71** umfassen je einen Kondensator **12**, **22**, **32**, **42**, **52**, **62**, **72** und je ein Schaltmittel **13**, **23**, **33**, **43**, **53**, **63**, **73**. Die Schaltmittel **13**, **23**, **33**, **43**, **53**, **63**, **73** werden von der Steuereinheit **7** entsprechend dem aktuellen Multiplikationsfaktor m , der am Steuereingang des Spannungskonverters **1** vorgegeben wird, angesteuert. Zum Erzielen des größten auswählbaren Multiplikationsfaktors wird in der ersten Taktphase der erste, dritte, fünfte und siebte Kondensator **12**, **32**, **52**, **72** aufgeladen und gibt der zweite, vierte und sechste Kondensator **22**, **42**, **62** jeweils Energie an die folgende Stufe ab. In der zweiten Taktphase gibt der erste, dritte, fünfte und siebte Kondensator **12**, **32**, **52**, **72** Energie ab und wird der zweite, vierte und sechste Kondensator **22**, **42**, **62** aufgeladen. Die Weitergabe der Energie bzw. der Ladung erfolgt über den Hebeeffekt. Der Hebeeffekt beruht darauf, dass in der ersten Taktphase der erste, dritte, fünfte und siebte Kondensator **12**, **32**, **52**, **72** auf eine Spannung aufgeladen wird, wobei die zweite Elektrode auf Bezugspotential gelegt ist, und dass dann in der zweiten Taktphase durch Anheben des Potentials der zweiten Elektrode auf das Niveau der Eingangsspannung U_{IN} des Spannungskonverters **1** das Potential der ersten Elektrode mit angehoben wird. Der Grund für das Mitanheben ist, dass sich der Energieinhalt eines Kondensators auch bei Schaltvorgängen nicht sprunghaft ändert.

[0081] Als Multiplikationsfaktor m ist in dieser Ausführungsform jeder Wert von 1 bis 8 erreichbar, wobei der Wert 8 aus der Zahl der Stufen zuzüglich 1 resultiert.

[0082] [Fig. 7](#) zeigt eine mögliche Weiterbildung der Schaltung von [Fig. 6](#). Dabei sind die Transferschalter als Feldeffekttransistoren **17**, **27**, **37**, **47**, **57**, **67**, **77** vom p-Kanal-Typ und mit einer Schwellenspannung, sodass sie Transistoren vom Anreicherungstyp sind, realisiert. Dies gilt auch für die Feldeffekttransistoren **19**, **29**, **39**, **49**, **59**, **69**, die die Hebeschalter bilden. Die Bezugspotentialschalter sind als Feldeffekttransistoren **18**, **28**, **38**, **48**, **58**, **68** des n-Kanal-Typs und

ebenfalls als Transistoren vom Anreicherungstyp realisiert. Die ausgangsseitige Stufe **71**, das heißt die siebte Stufe, ist eine Stufe, die eine besonders niedrige Ausgangsspannungsschwankung bewirkt.

[0083] Der Hebe- und der Bezugspotentialschalter einer Stufe können in einer Ausführungsform als CMOS-Inverter realisiert sein.

[0084] Feldeffekttransistoren umfassen zwei stromführende Anschlüsse, Source- und Drain-Anschluss genannt, und einen Steueranschluss, Bulk-Anschluss genannt. Da Source und Drain im allgemeinen identisch im Halbleiterkörper ausgebildet werden, unterscheiden sich im allgemeinen der Source- und der Drain-Anschluss erst im Betrieb anhand der angelegten Potentiale. Bei p-Kanal-Feldeffekttransistoren wird Drain und Source den beiden Anschlüssen so zugewiesen, dass der Source-Anschluss auf einem höheren Potential als der Drain-Anschluss liegt.

[0085] Gemäß der Ausführungsform in [Fig. 7a](#) können die Feldeffekttransistoren der Transferschalter **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77** einen nicht angeschlossenen Bulk-Anschluss aufweisen. In diesem Fall wird das Bulk des Feldeffekttransistors durch parasitäre Dioden auf das Potential desjenigen stromführenden Anschlusses gehoben, der sich auf einem höheren Potential befindet.

[0086] Einer oder mehrere der Feldeffekttransistor **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77** können auch so geschaltet sein, dass der Bulkanschluss mit demjenigen stromführenden Anschluss verbunden ist, der mit dem Eingang der jeweiligen Stufe gekoppelt ist. Einer oder mehrere der Feldeffekttransistoren **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77** können auch so geschaltet sein, dass der Bulk-Anschluss mit demjenigen stromführenden Anschluss verbunden ist, der mit dem Ausgang der jeweiligen Stufe gekoppelt ist.

[0087] [Fig. 7b](#) zeigt eine weitere Ausführungsform für den Bulk-Anschluss eines der Feldeffekttransistoren **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77**. Mit Hilfe eines Bulk-Komparators **82** wird derjenige der zwei Bulk-Schalter **80, 81** geschlossen, der das Bulk mit dem stromführenden Anschluss verbindet, der das höhere Potential aufweist. Der weitere der beiden Bulk-Schalter **80, 81** ist in diesem Fall geöffnet.

[0088] [Fig. 7c](#) zeigt eine weitere Ausführungsform für den Bulk-Anschluss eines der Feldeffekttransistoren **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77**. In dieser werden zwei Bulk-Schalter **80, 81** in Abhängigkeit der anderen Schalter geschaltet. Da im voraus aufgrund der Information, in welcher Taktphase die Schaltung sich befindet, bekannt ist, welcher der stromführenden Anschlüsse ein höheres Potential aufweist, kann der Bulk-Anschluss bereits vor dem Schalten eines der Feldeffekttransistoren **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77** mit

demjenigen der beiden Transistoranschlüsse verbunden werden, der das höhere Potential aufweist. Dazu können die beiden Bulk-Schalter **80, 81** mit der Steuereinheit **7** verbunden sei.

[0089] Die Bulk-Anschlüsse jedes der Feldeffekttransistoren **17, 27, 37, 47, 57, 67, 77** können in gleicher Weise nach einer der gezeigten Methoden verschaltet sein. Die Bulk-Anschlüsse können jedoch auch in verschiedener Weise nach einer der gezeigten Methoden verschaltet sein.

Bezugszeichenliste

1	Spannungskonverter
2	elektrische Last
2'	elektrische Last
2''	elektrische Last
3	Stromsenke
3'	Stromsenke
3''	Stromsenke
4	Vergleicher zum Vergleich mit dem unteren Schwellwert
4'	Vergleicher zum Vergleich mit dem unteren Schwellwert
4''	Vergleicher zum Vergleich mit dem unteren Schwellwert
5	Vergleicher zum Vergleich mit dem oberen Schwellwert
5'	Vergleicher zum Vergleich mit dem oberen Schwellwert
5''	Vergleicher zum Vergleich mit dem oberen Schwellwert
6	Auswahllogik
7	Steuereinheit
8	Bezugspotentialanschluss
11	Stufe
12	Kondensator
13	Schaltmittel
14	Transferschalter
15	Bezugspotentialschalter
16	Hebeschalter
17	Transfertransistor
18	Bezugspotentialtransistor
19	Hebetransistor
21	Stufe
22	Kondensator
23	Schaltmittel
24	Transferschalter
25	Bezugspotentialschalter
26	Hebeschalter
27	Transfertransistor
28	Bezugspotentialtransistor
29	Hebetransistor
31	Stufe
32	Kondensator
33	Schaltmittel
37	Transfertransistor
38	Bezugspotentialtransistor

39	Hebetransistor
41	Stufe
42	Kondensator
43	Schaltmittel
47	Transfertransistor
48	Bezugspotentialtransistor
49	Hebetransistor
51	Stufe
52	Kondensator
53	Schaltmittel
57	Transfertransistor
58	Bezugspotentialtransistor
59	Hebetransistor
61	Stufe
62	Kondensator
63	Schaltmittel
67	Transfertransistor
68	Bezugspotentialtransistor
69	Hebetransistor
71	Stufe
72	Kondensator
73	Schaltmittel
74	Transferschalter
77	Transfertransistor
80	Bulk-Schalter
81	Bulk-Schalter
82	Bulk-Komparator
m	Multiplikationsfaktor
U_{IN}	Eingangsspannung des Spannungskonverters
U_{OSW}	oberer Schwellwert
U_{OSW}'	oberer Schwellwert
U_{OSW}''	oberer Schwellwert
U_{USW}	unterer Schwellwert
U_{USW}'	unterer Schwellwert
U_{USW}''	unterer Schwellwert
U_{OUT}	Ausgangsspannung des Spannungskonverters
U_{SINK}	Stromsenkenspannung

Patentansprüche

1. Anordnung mit einem Spannungskonverter (1) zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last (2), aufweisend

- den Spannungskonverter (1), der an einem Ausgang mit einem Anschluss einer Serienschaltung, umfassend Mittel zum Anschließen der elektrischen Last (2) und eine Stromsenke (3), verbunden ist und dessen Ausgangsspannung eine Abhängigkeit von einer Eingangsspannung und von einem aktuellen Multiplikationsfaktor aufweist,
- einen ersten Vergleichler (4), der an einem Abtasteingang mit der Stromsenke (3) zur Zuführung einer Stromsenkenspannung gekoppelt ist und der zum Vergleich der Stromsenkenspannung mit einem unteren Schwellwert eingerichtet ist,
- einen zweiten Vergleichler (5), der an einem Abtasteingang mit der Stromsenke (3) zur Zuführung der Stromsenkenspannung gekoppelt ist und der

zum Vergleich der Stromsenkenspannung mit einem oberen Schwellwert eingerichtet ist, und

- eine Auswahllogik (6), die mit Ausgängen des ersten und zweiten Vergleichlers (4, 5) und mit einem Steuereingang des Spannungskonverters (1) zur Vorgabe des aktuellen Multiplikationsfaktors verbunden und ausgelegt ist zur Vorgabe eines neuen, größeren Multiplikationsfaktors verglichen mit dem aktuellen Multiplikationsfaktor aus einer Menge von auswählbaren Werten des Multiplikationsfaktors, wenn die Stromsenkenspannung den unteren Schwellwert unterschreitet, und zur Vorgabe eines neuen, kleineren Multiplikationsfaktors, wenn die Stromsenkenspannung den oberen Schwellwert überschreitet.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Vorgeben des unteren Schwellwertes und Mittel zur Bestimmung des oberen Schwellwertes in Abhängigkeit von dem unteren Schwellwert vorgesehen sind.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem zweiten Vergleichler (4) an einem weiteren Abtasteingang ein von der Eingangsspannung abgeleitetes Signal zuführbar ist und der zweite Vergleichler (5) zur Bestimmung des oberen Schwellwertes in Abhängigkeit von dem aktuellen Multiplikationsfaktor, von dem neuen, kleineren Multiplikationsfaktor, von dem vorgegebenen unteren Schwellwert und von dem von der Eingangsspannung abgeleiteten Signal eingerichtet ist.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Vergleichler (5) zur Bestimmung des oberen Schwellwertes nach der Vorschrift

$$U_{OSW} = U_{USW} + U_{IN} \cdot (m_{AKT} - m_{NEU})$$

eingerichtet ist, wobei m_{AKT} der aktuelle Multiplikationsfaktor, m_{NEU} der neue, kleinere Multiplikationsfaktor, U_{IN} die Eingangsspannung, U_{USW} der vorgegebene untere Schwellwert und U_{OSW} der obere Schwellwert ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- zumindest eine weitere Serienschaltung, umfassend Mittel zum Anschließen einer weiteren elektrischen Last (2') und eine weitere Stromsenke (3'), an einem Anschluss mit dem Ausgang des Spannungskonverters (1) verbunden ist,
- zumindest ein weiterer erster Vergleichler (4') an einem Abtasteingang mit der weiteren Stromsenke (3') zur Zuführung einer weiteren Stromsenkenspannung gekoppelt ist und zum Vergleich der weiteren Stromsenkenspannung mit einem weiteren unteren Schwellwert eingerichtet ist und
- zumindest ein weiterer zweiter Vergleichler (5') an einem ersten Abtasteingang mit der weiteren Strom-

senke (3') zur Zuführung der weiteren Stromsenkspannung gekoppelt ist und zum Vergleich der weiteren Stromsenkspannung mit einem weiteren oberen Schwellwert eingerichtet ist und dass

- die Auswahllogik (6) mit Ausgängen des zumindest einen weiteren ersten und des zumindest einen weiteren zweiten Vergleichers (4', 5') verbunden ist und ausgelegt ist zur Vorgabe des neuen Multiplikationsfaktors in Abhängigkeit der Vergleichsergebnisse des ersten und des zweiten Vergleichers (4, 5) sowie des zumindest einen weiteren ersten und des zumindest einen weiteren zweiten Vergleichers (4', 5').

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Spannungskonverter (1) eine erste Stufe (11) aufweist, die an ihrem Eingang mit einem Eingang des Spannungskonverters (1) gekoppelt ist und einen ersten Kondensator (12) und ein erstes Schaltmittel (13) umfasst,
- dass der Spannungskonverter (1) eine zweite Stufe (21) aufweist, die an ihrem Eingang mit einem Ausgang der ersten Stufe (11) und an ihrem Ausgang mit dem Ausgang des Spannungskonverters (1) gekoppelt ist und einen zweiten Kondensator (22) und ein zweites Schaltmittel (23) umfasst,
- und dass der Spannungskonverter (1) eine Steuereinheit (7) aufweist, die mit dem Steuereingang des Spannungskonverters (1) und mit dem ersten und dem zweiten Schaltmittel (13, 23) verbunden ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schaltmittel (13)

- einen ersten Transferschalter (14), der eine erste Elektrode des ersten Kondensators (12) mit dem Eingang der ersten Stufe (11) verbindet,
- einen ersten Bezugspotentialschalter (15), der eine zweite Elektrode des ersten Kondensators (12) mit einem Bezugspotentialanschluss (8) verbindet,
- einen ersten Hebeschalter (16), der der zweiten Elektrode des ersten Kondensators (12) die Eingangsspannung zuführt,
- und eine Verbindung der ersten Elektrode des ersten Kondensators (12) mit dem Ausgang der ersten Stufe (11) umfasst

und dass die Steuereinheit (7) so eingerichtet ist,

- dass in einer ersten Taktphase der erste Hebeschalter (16) offen und der erste Transferschalter (14) und der erste Bezugspotentialschalter (15) geschlossen sind,
- und dass in einer zweiten Taktphase der erste Transferschalter (14), der erste Bezugspotentialschalter (15) und der erste Hebeschalter (16) in einem komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase sind.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltmittel (23)

- einen zweiten Transferschalter (24), der eine erste Elektrode des zweiten Kondensators (22) mit dem Eingang der zweiten Stufe (21) verbindet,
- einen zweiten Bezugspotentialschalter (25), der eine zweite Elektrode des zweiten Kondensators (22) mit dem Bezugspotentialanschluss (8) verbindet,
- einen zweiten Hebeschalter (26), der der zweiten Elektrode des zweiten Kondensators (22) die Eingangsspannung zuführt,
- und eine Verbindung der ersten Elektrode des zweiten Kondensators (22) mit dem Ausgang der zweiten Stufe (21) umfasst

und dass die Steuereinheit (7) so eingerichtet ist,

- dass in der ersten Taktphase der zweite Transferschalter (24) und der zweite Bezugspotentialschalter (25) offen und der zweite Hebeschalter (26) geschlossen sind,
- und dass in der zweiten Taktphase der zweite Transferschalter (24), der zweite Bezugspotentialschalter (25) und der zweite Hebeschalter (26) in einem komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase sind.

9. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltmittel (73)

- einen zweiten Transferschalter (74), der eine erste Elektrode des zweiten Kondensators (72) mit dem Eingang der zweiten Stufe (71) verbindet,
- eine Verbindung einer zweiten Elektrode des zweiten Kondensators (72) mit dem Bezugspotentialanschluss (8),
- und eine Verbindung der ersten Elektrode des zweiten Kondensators (72) mit dem Ausgang der zweiten Stufe (71) umfasst,

und dass die Steuereinheit (7) so eingerichtet ist,

- dass in der ersten Taktphase der zweite Transferschalter (74) offen ist,
- und dass in der zweiten Taktphase der zweite Transferschalter (74) in einem komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (7) zum Schließen des zweiten Transferschalters (24) in der ersten und in der zweiten Taktphase für ein Wirksamwerden des neuen, kleineren Multiplikationsfaktors eingerichtet ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (7) zum Einstellen unterschiedlicher Schaltzustände des zweiten Transferschalters (24) in der ersten und in der zweiten Taktphase für ein Wirksamwerden des neuen, größeren Multiplikationsfaktors eingerichtet ist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass die Transfer-, Bezugspotential- und Hebeschalter (14, 15, 16, 24, 25,

26, 74) je einen Feldeffekttransistor umfassen.

13. Verfahren zur Spannungsversorgung einer elektrischen Last (2), aufweisend folgende Schritte:

- Erzeugen einer Ausgangsspannung eines Spannungskonverters (1) zur Spannungsversorgung einer Serienschaltung, aufweisend die an ein Mittel zum Anschließen der elektrischen Last angeschlossene elektrische Last (2) und eine Stromsenke (3), wobei die Ausgangsspannung von einer Eingangsspannung und von einem aktuellem Multiplikationsfaktor abhängt,
- Vergleichen einer über der Stromsenke (3) abfallenden Stromsenkenspannung mit einem unteren Schwellwert,
- Vergleichen der über der Stromsenke (3) abfallenden Stromsenkenspannung mit einem oberen Schwellwert und
- Vorgeben eines neuen, größeren Multiplikationsfaktors aus einer Menge von auswählbaren Werten des Multiplikationsfaktors an den Spannungskonverter (1), wenn die Stromsenkenspannung den unteren Schwellwert unterschreitet, und Vorgeben eines neuen, kleineren Multiplikationsfaktors, wenn die Stromsenkenspannung den oberen Schwellwert überschreitet.

14. Verfahren nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Vorgeben des unteren Schwellwertes und Bestimmen des oberen Schwellwertes in Abhängigkeit von dem unteren Schwellwert.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, gekennzeichnet durch Bestimmen des oberen Schwellwertes in Abhängigkeit von dem aktuellen Multiplikationsfaktor, von dem neuen, kleineren Multiplikationsfaktor, von dem vorgegebenen unteren Schwellwert und von einem von der Eingangsspannung abgeleiteten Signal.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch Bestimmen des oberen Schwellwertes nach der Vorschrift

$$V_{OSW} = U_{USW} + U_{IN} \cdot (m_{AKT} - m_{NEU}),$$

wobei m_{AKT} der aktuelle Multiplikationsfaktor, m_{NEU} der neue, kleinere Multiplikationsfaktor, U_{IN} die Eingangsspannung, U_{USW} der vorgegebene untere Schwellwert und U_{OSW} der obere Schwellwert ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch

- Versorgen zumindest einer weiteren Serienschaltung, aufweisend eine an ein weiteres Mittel zum Anschließen der weiteren elektrischen Last (2') angeschlossene weitere elektrische Last (2') und eine weitere Stromsenke (3'), mit der Ausgangsspannung des

Spannungskonverters (1)

- Vergleichen einer über der weiteren Stromsenke (3') abfallenden weiteren Stromsenkenspannung mit einem weiteren unteren Schwellwert,
- Vergleichen der weiteren Stromsenkenspannung mit einem weiteren oberen Schwellwert,
- Vorgeben eines neuen Multiplikationsfaktors in Abhängigkeit der Ergebnisse der Vergleiche der Stromsenkenspannung mit dem unteren und dem oberen Schwellwert sowie der Vergleiche der zumindest einen weiteren Stromsenkenspannung mit dem zumindest einen weiteren unteren und dem zumindest einen weiteren oberen Schwellwert.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,

gekennzeichnet durch

- Auf- und Entladen eines ersten Kondensators (12), der zusammen mit einem ersten Schaltmittel (13) eine erste Stufe (11) des Spannungskonverters (1) bildet, wobei ein Eingang der ersten Stufe mit einem Eingang des Spannungskonverters (1) gekoppelt ist,
- Auf- und Entladen eines zweiten Kondensators (22), der zusammen mit einem zweiten Schaltmittel (23) eine zweite Stufe (21) des Spannungskonverters (1) bildet, wobei ein Eingang der zweiten Stufe (21) mit einem Ausgang der ersten Stufe (11) und ein Ausgang der zweiten Stufe (21) mit einem Ausgang des Spannungskonverters (1) gekoppelt ist und
- Steuern des ersten und des zweiten Schaltmittels (13, 23) in Abhängigkeit von dem aktuellen Multiplikationsfaktor.

19. Verfahren nach Anspruch 18,

gekennzeichnet durch

- periodisches Umschalten des ersten Schaltmittels (13) zwischen einer erster und einer zweiter Taktphase so, dass in der ersten Taktphase
- ein erster Hebeschalter (16), der einer zweiten Elektrode des ersten Kondensators (12) die Eingangsspannung zuführt, geöffnet wird,
- ein erster Transferschalter (14), der eine erste Elektrode des ersten Kondensators (12) mit dem Eingang der ersten Stufe (11) verbindet, geschlossen wird und
- ein erster Bezugspotentialschalter (15), der der zweiten Elektrode des ersten Kondensators (12) das Bezugspotential zuführt, geschlossen wird,
- dass in der zweiten Taktphase der erste Transferschalter (14), der erste Bezugspotentialschalter (15) und der erste Hebeschalter (16) in einen komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase versetzt werden und dass ein an der ersten Elektrode des ersten Kondensators (12) auftretendes Potential in der ersten und in der zweiten Taktphase an dem Ausgang der ersten Stufe (11) anliegt.

20. Verfahren nach Anspruch 18,

gekennzeichnet durch

- periodisches Umschalten des zweiten Schaltmittels (23) zwischen der ersten und der zweiten Taktphase

so, dass in der ersten Taktphase

- ein zweiter Transferschalter (24), der eine erste Elektrode des zweiten Kondensators (22) mit dem Eingang der zweiten Stufe (21) verbindet, geöffnet wird und
 - ein zweiter Bezugspotentialschalter (25), der einer zweiten Elektrode des zweiten Kondensators (22) das Bezugspotential zuführt, geöffnet wird,
 - ein zweiter Hebeschalter (26), der der zweiten Elektrode des zweiten Kondensators (22) die Eingangsspannung zuführt, geschlossen wird,
- dass in der zweiten Taktphase der zweite Transferschalter (24), der zweite Bezugspotentialschalter (25) und der zweite Hebeschalter (26) in einen komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase versetzt werden und dass ein an der ersten Elektrode des zweiten Kondensators (22) auftretendes Potential in der ersten und in der zweiten Taktphase an dem Ausgang der zweiten Stufe (21) anliegt.

21. Verfahren nach Anspruch 18 gekennzeichnet durch periodisches Umschalten des zweiten Schaltmittels (73) zwischen der ersten und der zweiten Taktphase so, dass in der ersten Taktphase ein zweiter Transferschalter (74), der eine erste Elektrode des zweiten Kondensators (72) mit dem Eingang der zweiten Stufe (71) verbindet, geöffnet wird und dass in der zweiten Taktphase der zweite Transferschalter (74) in einen komplementären Schaltzustand bezüglich der ersten Taktphase versetzt wird und dass ein an der ersten Elektrode des zweiten Kondensators (72) auftretendes Potential in der ersten und in der zweiten Taktphase an dem Ausgang der zweiten Stufe (71) anliegt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, gekennzeichnet durch Schließen des zweiten Transferschalters (24) in der ersten und in der zweiten Taktphase für ein Wirksamwerden des neuen, kleineren Multiplikationsfaktors.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, gekennzeichnet durch Einstellen unterschiedlicher Schaltzustände des zweiten Transferschalters (24) in der ersten und in der zweiten Taktphase für ein Wirksamwerden des neuen, größeren Multiplikationsfaktors.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

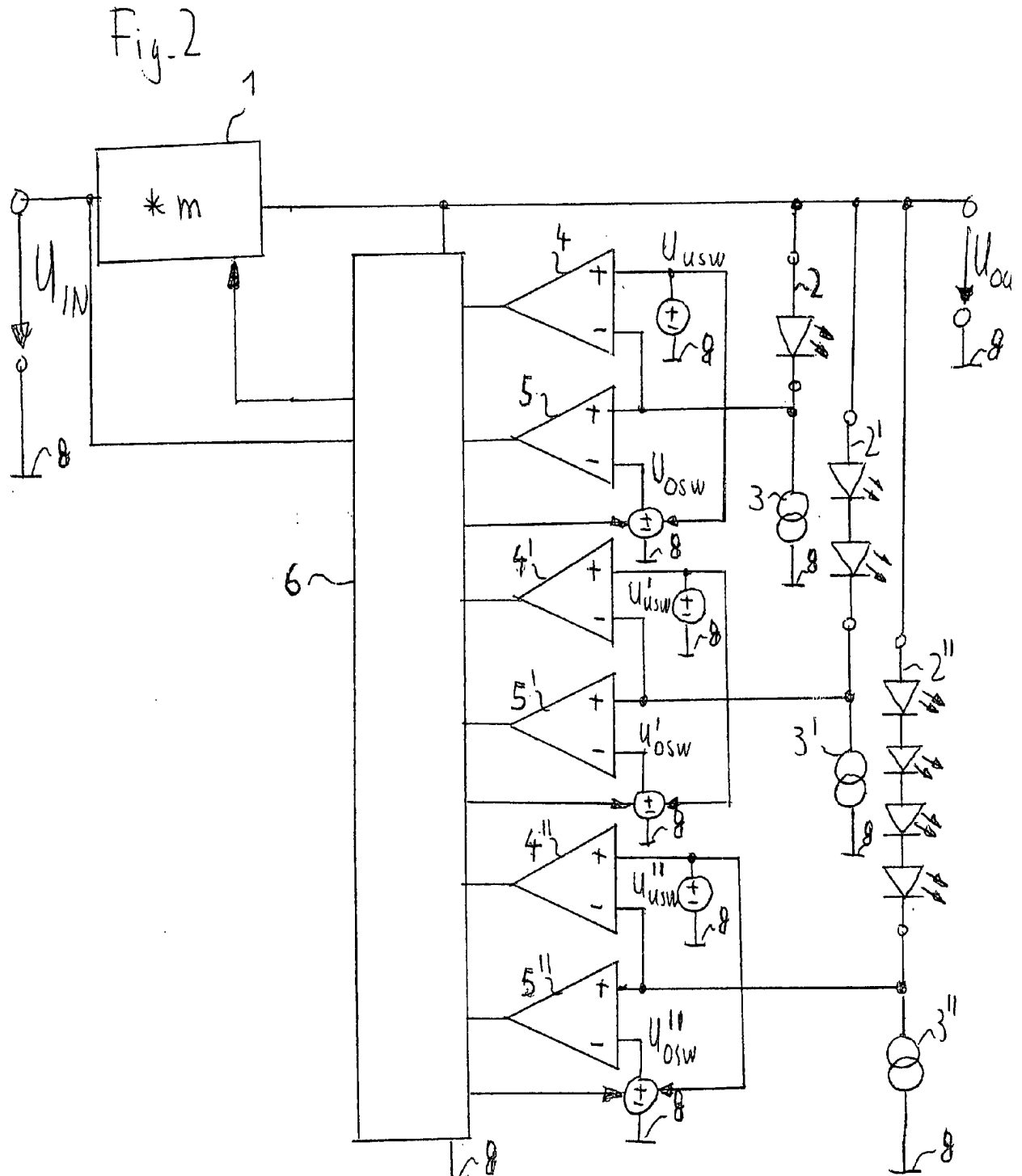
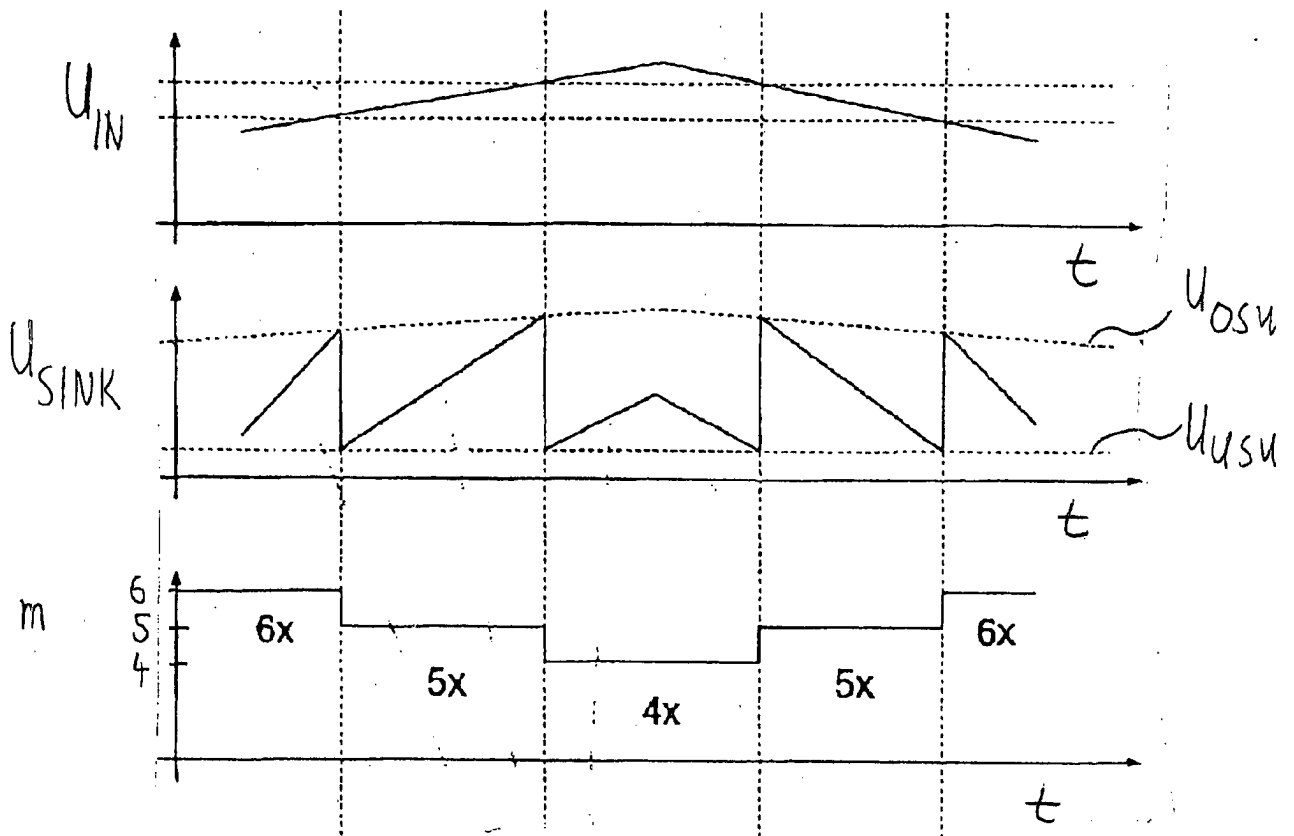
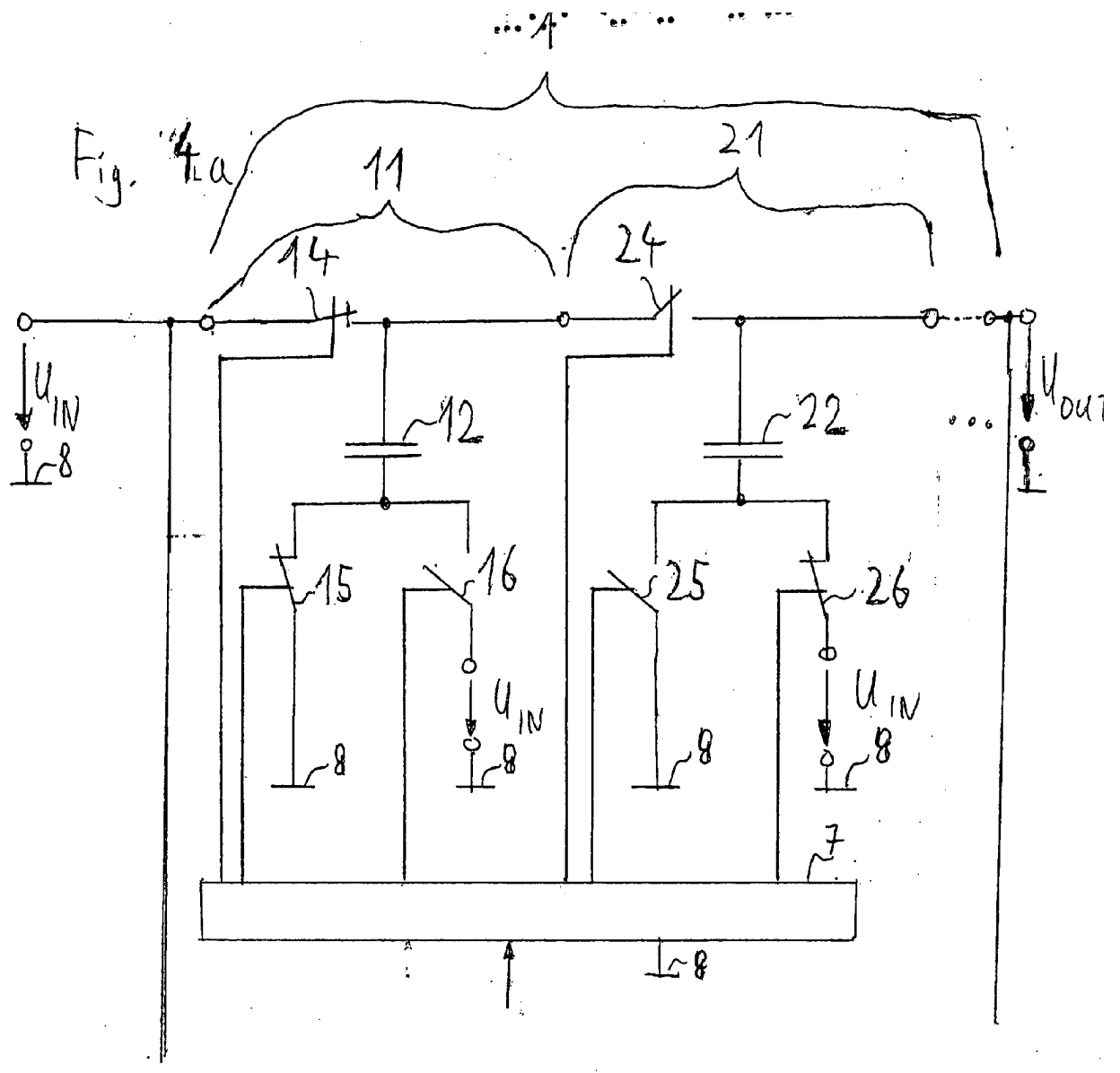


Fig. 3





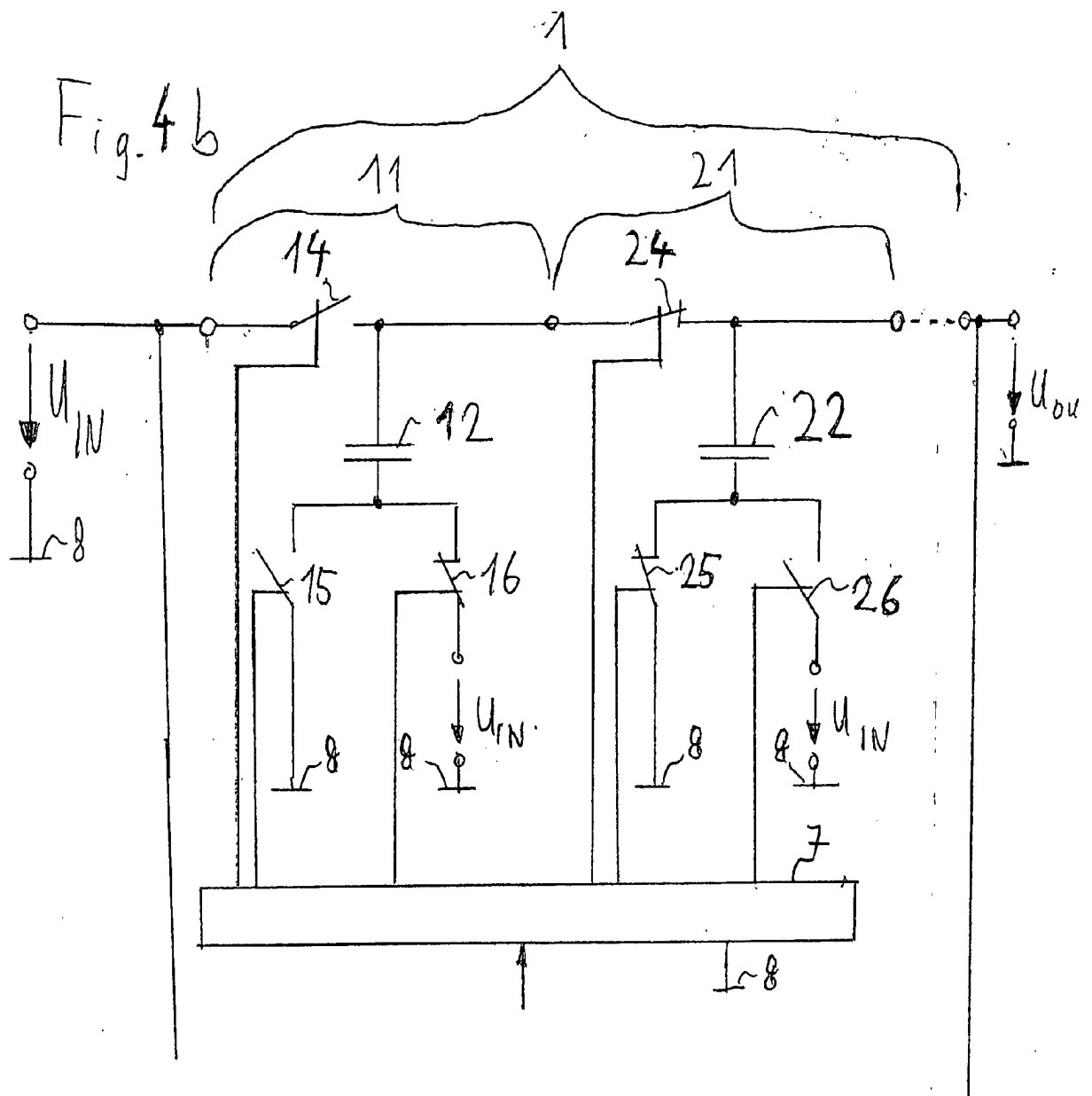


Fig. 5

