



(11) **CH**

(51) Int. Cl.: **H02M** 7/217 (2006.01)

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Netzteil mit PWM-Regler, ein Verfahren zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für einen PWM-Regler in einem Netzteil, ein Verfahren zur Erzeugung einer Ausgangsspannung gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche und eine Verwendung eines Netzteils mit PWM-Regler.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Netzteile mit PWM-Regler bekannt.

[0003] Bei bekannten Netzteilen mit PWM-Regler (Puls-Weiten-Modulation) wird die gleichgerichtete und gefilterte Netzspannung mit einem PWM-Regler auf ein Spannungsniveau geregelt, welches dem Niveau der Versorgungsspannung des PWM-Reglers entspricht. Somit kann sich der PWM-Regler selbst mit der benötigten Versorgungsspannung versorgen. Wird am Ausgang des Netzteils eine von der Versorgungsspannung des PWM-Reglers verschiedene Spannung gewünscht, kommt nachfolgend ein weiterer Spannungsregler zum Einsatz. Dieser zusätzliche Spannungsregler leistet einen wesentlichen Beitrag zur gesamten Verlustleistung des Netzteils.

[0004] Im Stand der Technik bekannte Netzteile weisen eine vergleichsweise hohe Verlustleistung auf, so dass der Wirkungsgrad des Netzteils insbesondere bei kleiner Ausgangsleistung sehr schlecht ist.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere soll ein Netzteil zur Verfügung gestellt werden, welches einen hohen Wirkungsgrad auch bei kleiner Ausgangsleistung aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen definierte Vorrichtung, zwei Verfahren und eine Verwendung gelöst. Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0007] In diesem Dokument wird unter dem Begriff des PWM-Reglers eine Schaltung verstanden, welche ein PWM-Modul und eine Dioden-Spulen-Kombination umfasst. Das PWM-Modul moduliert entsprechend seiner Taktfrequenz und dem eingestellten Tastverhältnis das am PWM-Eingang anliegende Signal. Die nachfolgende Dioden-Spulen-Kombination glättet das modulierte Signal wieder zu einer Gleichspannung mit einem Spannungsniveau entsprechend dem Tastverhältnis und gibt diese am PWM-Ausgang wieder aus. Für den Betrieb eines PWM-Reglers wird eine Versorgungsspannung am Versorgungseingang des PWM-Reglers benötigt.

[0008] Unter dem Begriff des Spannungsniveaus wird in diesem Dokument der Mittelwert einer Spannung verstanden. Somit wird ein Vergleichen von verschiedenen Spannungsformen ermöglicht. Beispielsweise besitzt eine Ausgangsspannung eines PWM-Reglers, welche mit einer Störfrequenz belastet ist, vor dem Ausgangsfilter dasselbe Spannungsniveau wie die Ausgangsspannung des Ausgangsfilters.

[0009] Ein erfindungsgemässes Netzteil weist einen Netzeingang, einen PWM-Regler mit PWM-Eingang, PWM-Ausgang und Versorgungseingang, einen Spannungsregler und einen Lastausgang auf. Zur Versorgung des PWM-Reglers mit einer Versorgungsspannung ist der Spannungsregler dabei mit dem Versorgungseingang des PWM-Reglers verbunden. Der PWM-Regler erhält also von einem Spannungsregler die für seinen Betrieb benötigte Versorgungsspannung und muss nicht die Versorgungsspannung aus der Netzspannung separat erzeugen.

[0010] Der PWM-Regler des Netzteils kann so ausgestaltet sein, dass die Spannung am PWM-Ausgang des PWM-Reglers und die benötigte Versorgungsspannung am Versorgungseingang des PWM-Reglers ein unterschiedliches Spannungsniveau aufweisen. Somit wird ermöglicht, dass der PWM-Regler eine Spannung erzeugt, welche nicht seiner Versorgungsspannung entspricht.

[0011] Das Netzteil kann so ausgebildet sein, dass der Spannungsregler dem PWM-Regler nachgeschaltet ist. Dadurch muss dem PWM-Ausgang nur derjenige Teil an Leistung entnommen werden, welcher für die Spannungsregelung und für den Betrieb des PWM-Reglers benötigt wird.

[0012] Beim Gebrauch des Netzteils kann das Spannungsniveau der Spannung am PWM-Ausgang des PWM-Reglers kleiner sein als die benötigte Versorgungsspannung am Versorgungseingang des PWM-Reglers, und der Spannungsregler kann ein Spannungserhöher sein.

[0013] Der Spannungsregler kann beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus:

- Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler (auch «Switched-Capacitor-Spannungsverdoppler genannt)
- Schaltkapazitäts-Spannungsvervierfacher
- Schaltkapazitäts-Spannungsevervielfacher und
- Boost-Konverter

[0014] In einem erfindungsgemässen Verfahren zum Betrieb des Netzteils zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für einen PWM-Regler in einem Netzteil wird die Versorgungsspannung des PWM-Reglers von einem dem PWM-Regler nachgeschalteten Spannungsregler erzeugt. Dadurch wird der PWM-Regler zwar vom Netzteil mit der benötigten Versorgungsspannung versorgt, der PWM-Regler kann aber auf ein Spannungsniveau regeln, welches unabhängig von seiner Versorgungsspannung ist.

[0015] Die Versorgungsspannung kann dabei von einem Spannungsregler erzeugt werden, beispielsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler

- Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher
- Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher und
- Boost-Konverter

[0016] In einem Verfahren zum Betrieb des Netzteils zur Erzeugung einer Ausgangsspannung, insbesondere für eine Standby-Schaltung, wird eine Netzspannung mit einem PWM-Regler direkt auf ein Spannungsniveau einer gewünschten Ausgangsspannung gewandelt. Somit werden für die Erzeugung der Ausgangsspannung nur wenige Elemente benötigt.

[0017] Eine vom PWM-Regler benötigte Versorgungsspannung kann mittels eines Spannungsreglers aus der gewünschten Ausgangsspannung erzeugt werden.

[0018] Die Versorgungsspannung des PWM-Reglers kann dabei von einem Spannungsregler erzeugt werden, beispielsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler
- Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher
- Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher und
- Boost-Konverter

[0019] Ein erfindungsgemässes Netzteil wie vorgängig beschrieben kann in einer Standby-Schaltung verwendet werden. Dadurch wird die Verlustleistung der Standby-Schaltung verringert. Derartige Standby-Schaltungen werden beispielsweise in Haushaltgeräten wie Kaffeemaschinen, Fernsehgeräten usw. eingesetzt.

[0020] Anhand von Figuren, welche lediglich Ausführungsbeispiele darstellen, wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Netzteils gemäss Stand der Technik;

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemässen Netzteils;

Fig. 3: ein Ersatzschaltbild eines erfindungsgemässen Netzteils.

[0021] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Netzteils 1 gemäss Stand der Technik. Das Netzteil 1 besteht dabei aus einem Netzeingang 2 mit Netzfilter und der Reihe nach geschaltet einem Gleichrichter und Energiespeicher 3, einem PWM-Regler 6, einem Ausgangsfilter 7, einem Spannungsregler 8 und einem Lastausgang 9. Der PWM-Regler 6 ist mit seinem Versorgungseingang 12 für die Versorgung mit einer Versorgungsspannung V_{dd} zusätzlich noch mit dem Ausgang des Ausgangsfilters 7 verbunden.

[0022] Die Netzspannung am Netzeingang 2 wird von einem nachfolgenden Gleichrichter und Energiespeicher 3 in eine Gleichspannung gewandelt. Mittels des PWM-Reglers 6, welcher ein PWM-Modul 4 und eine Dioden-Spulen-Kombination 5 beinhaltet, wird die Netzspannung auf ein Spannungsniveau V_6 reduziert, welches der benötigten Versorgungsspannung V_{dd} des PWM-Reglers entspricht. Das Ausgangsfilter 7 dient der Verminderung von Störungen, welche vom PWM-Regler stammen. Die Ausgangsspannung V_7 des Ausgangsfilters 7 wird einerseits dem PWM-Regler 6 als Versorgungsspannung V_{dd} zugeführt und andererseits mittels eines Spannungsreglers 8 auf die gewünschte Ausgangsspannung V_{out} des Netzteils 1 geregelt. Da die benötigte Versorgungsspannung V_{dd} des PWM-Reglers meist grösser als die Ausgangsspannung V_{out} des Netzteils ist, kann mit dem PWM-Regler 6 nicht direkt die gewünschte Ausgangsspannung V_{out} erzeugt werden, sondern es muss über einen Zwischenschritt mit einem Spannungsregler 8 die Versorgungsspannung V_{dd} auf die gewünschte Ausgangsspannung V_{out} gewandelt werden. Als Spannungsregler 8 wird meist ein Linearregler oder ein Schaltregler verwendet. Diese Spannungsregler sind jedoch nicht sehr effizient und beeinflussen mit ihrer Verlustleistung, insbesondere für Anwendungen in Kleinstleistungsnetzteilen, den Wirkungsgrad des Netzteils negativ. Ausserdem wandelt der Spannungsregler 8 in dieser Anordnung die gesamte Ausgangsleistung.

[0023] Anhand eines Rechenbeispiels für ein Netzteil mit einer gewünschten Ausgangsleistung von 500 mW wird dies verdeutlicht. Die nachfolgenden Verlustwerte sind typische Werte:

Netzeingang und Netzfilter 2:	10 mW
Gleichrichter, Energiespeicher 3:	10 mW
PWM-Modul 4:	100 mW
Spulen-Dioden-Kombination 5:	50 mW
Ausgangsfilter 7:	20 mW
Spannungsregler 8:	700 mW
Totale Verlustleistung:	890 mW

[0024] Der Wirkungsgrad # des Netzteils errechnet sich aus dem Verhältnis der Ausgangsleistung P_{out} zur Eingangsleistung P_{in} , wobei die Eingangsleistung P_{in} die Summe der gewünschten Ausgangsleistung P_{out} und der Verlustleistung P_{loss} ist.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} = \frac{500mW}{500mW + 890mW} = 35.9\%$$

[0025] In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines erfindungsgemässen Netzteils 1 gezeigt. Hierbei kommen im Wesentlichen ähnliche Elemente wie in Fig. 1 zum Einsatz, die Elemente sind jedoch nicht alle der Reihe nach geschaltet. Auf den Netzeingang 2 mit Netzfilter folgt ein Gleichrichter und Energiespeicher 3, ein PWM-Regler 6, ein Ausgangsfilter 7 und ein Lastausgang 9. Ein Spannungsregler 8 ist nicht im direkten Pfad zwischen Netzeingang 2 und Lastausgang 9 angeordnet. Der Ausgang des Spannungsreglers 8 ist mit dem Versorgungseingang 12 des PWM-Reglers verbunden, während der Eingang des Spannungsreglers 8 direkt mit dem Lastausgang verbunden ist.

[0026] Wie schon in Fig. 1 beschrieben, wird zuerst die Netzspannung in eine Gleichspannung gewandelt. Der PWM-Regler 6, welcher wiederum ein PWM-Modul 4 und eine Dioden-Spulen-Kombination 5 beinhaltet, regelt die Spannung jetzt jedoch direkt auf eine Spannung V_6 , welche dem Spannungsniveau der gewünschten Ausgangsspannung V_{out} entspricht. Das Ausgangsfilter 7 verringert Störungen, welche vom PWM-Regler 6 stammen. Die Versorgungsspannung V_{dd} für den PWM-Regler 6 wird nun aus dem Spannungsniveau des PWM-Ausgangs 11 erzeugt. Wenn das Spannungsniveau der gewünschten Ausgangsspannung V_{out} kleiner als das Niveau der benötigten Versorgungsspannung V_{dd} am Versorgungseingang 12 des PWM-Reglers 4 ist, so handelt es sich beim Spannungsregler 8 um einen Spannungserhöher. Entsprechend wird ein Spannungsreduzierer eingesetzt, wenn die gewünschte Ausgangsspannung V_{out} grösser als die benötigte Versorgungsspannung V_{dd} ist. Der Spannungsregler kann zur Spannungserhöhung mit einer hocheffektiven Schaltung, insbesondere mit einem Schaltkapazitäts- oder Switched-Capacitor-Spannungsverdoppler, einem Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher, einem Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher oder einem Boost-Konverter aufgebaut werden.

[0027] Entsprechend der Berechnung zu Fig. 1, wird anhand eines Rechenbeispiels für ein Netzteil mit einer gewünschten Ausgangsleistung von 500 mW der Wirkungsgrad des Netzteils verdeutlicht. Dabei werden für den Netzeingang und Netzfilter, den Gleichrichter und Energiespeicher, das PWM-Modul, die Spulen-Dioden-Kombination und das Ausgangsfilter dieselben Verlustleistungen eingesetzt wie im Rechenbeispiel zu Fig. 1. Die Verlustleistung des Spannungsreglers beträgt nur 14 mW, so dass eine totale Verlustleistung von 204 mW resultiert.

[0028] Der Wirkungsgrad # des Netzteils ist somit:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} = \frac{500mW}{500mW + 204mW} = 71.0\%$$

[0029] Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Ersatzschaltbild eines erfindungsgemässen Netzteils. An den Klemmen K1 und K2 wird die Netzspannung angelegt, welche von der Diode D1 gleichgerichtet und vom Kondensator C2 geglättet wird. Somit liegt am Eingang des PWM-Moduls IC1 eine Gleichspannung an. Diese Gleichspannung wird nun vom PWM-Modul IC1 entsprechend seiner Taktfrequenz und eingestelltem Tastverhältnis moduliert und mit der nachfolgenden Dioden-Spulen-Kombination D6, L2 wieder zu einer Gleichspannung mit einem Spannungsniveau entsprechend dem Tastverhältnis geglättet. Der Kondensator C6 ist für eine weitere Glättung zuständig. Die Zener-Diode D7 verhindert eine Überspannung an den Klemmen K4 und K5 des Lastausgangs. Mittels des Spannungsreglers 8 wird die Ausgangsspannung des PWM-Reglers 6 erhöht und dem geforderten Spannungsniveau des Versorgungseingangs 12 des PWM-Reglers 6 angepasst.

Patentansprüche

1. Netzteil (1) mit einem Netzeingang (2) und einem Lastausgang (9), einem PWM-Regler (6) mit einem PWM-Eingang (10), einem PWM-Ausgang (11) und einem Versorgungseingang (12) und einem Spannungsregler (8), dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsregler (8) mit dem Versorgungseingang (12) des PWM-Reglers (6), zur Versorgung des PWM-Reglers (6) mit einer Versorgungsspannung (V_{dd}), verbunden ist.
2. Netzteil (1) nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der PWM-Regler (6) so ausgestaltet ist, dass die Spannung (V_6) am PWM-Ausgang (11) des PWM-Reglers (6) und die benötigte Versorgungsspannung (V_{dd}) am Versorgungseingang (12) des PWM-Reglers (6) ein unterschiedliches Spannungsniveau aufweisen.
3. Netzteil (1) nach einem der Patentansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsregler (8) dem PWM-Regler (6) nachgeschaltet ist.
4. Netzteil (1) nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Gebrauch des Netzteils (1) das Spannungsniveau der Spannung (V_6) am PWM-Ausgang (11) des PWM-Reglers (6) kleiner als die benötigte Versorgungsspannung (V_{dd}) am Versorgungseingang (12) des PWM-Reglers (6) ist, und dass der Spannungsregler (8) ein Spannungserhöher ist.
5. Netzteil (1) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsregler (8) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervierfacher
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher und
 - Boost-Konverter
6. Verfahren zum Betrieb eines Netzteils (1) mit einem Netzeingang (2) und einem Lastausgang (9), einem PWM-Regler (6) mit einem PWM-Eingang (10), einem PWM-Ausgang (11) und einem Versorgungseingang (12) und einem Spannungsregler (8), zur Erzeugung einer Versorgungsspannung (Vdd) für den PWM-Regler (6), dadurch gekennzeichnet, dass die Versorgungsspannung (Vdd) des PWM-Reglers (6) von einem dem PWM-Regler (6) nachgeschalteten Spannungsregler (8) erzeugt wird.
 7. Verfahren zur Erzeugung einer Versorgungsspannung (Vdd) nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Versorgungsspannung (Vdd) von dem Spannungsregler (8) erzeugt wird, wobei der Spannungsregler (8) aus der Gruppe
 - Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervierfacher
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher und
 - Boost-Konverter
 ausgewählt wird.
 8. Verfahren zum Betrieb eines Netzteils (1) mit einem Netzeingang (2) und einem Lastausgang (9), einem PWM-Regler (6) mit einem PWM-Eingang (10), einem PWM-Ausgang (11) und einem Versorgungseingang (12), und einem Spannungsregler (8), zur Erzeugung einer Ausgangsspannung, insbesondere für eine Standby-Schaltung, dadurch gekennzeichnet, dass eine Netzspannung mit dem PWM-Regler (6) direkt auf ein Spannungsniveau einer gewünschten Ausgangsspannung gewandelt wird.
 9. Verfahren zur Erzeugung einer Ausgangsspannung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine vom PWM-Regler (6) benötigte Versorgungsspannung (Vdd) mittels des Spannungsreglers (8) aus der gewünschten Ausgangsspannung erzeugt wird.
 10. Verfahren zur Erzeugung einer Ausgangsspannung nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Versorgungsspannung (Vdd) des PWM-Reglers (6) von dem Spannungsregler (8) erzeugt wird, wobei der Spannungsregler (8) aus der Gruppe
 - Schaltkapazitäts-Spannungsverdoppler
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervierfacher
 - Schaltkapazitäts-Spannungsvervielfacher und
 - Boost-Konverter
 ausgewählt wird.
 11. Verwendung eines Netzteils nach einem der Patentansprüche 1 bis 5 in einer Standby-Schaltung.

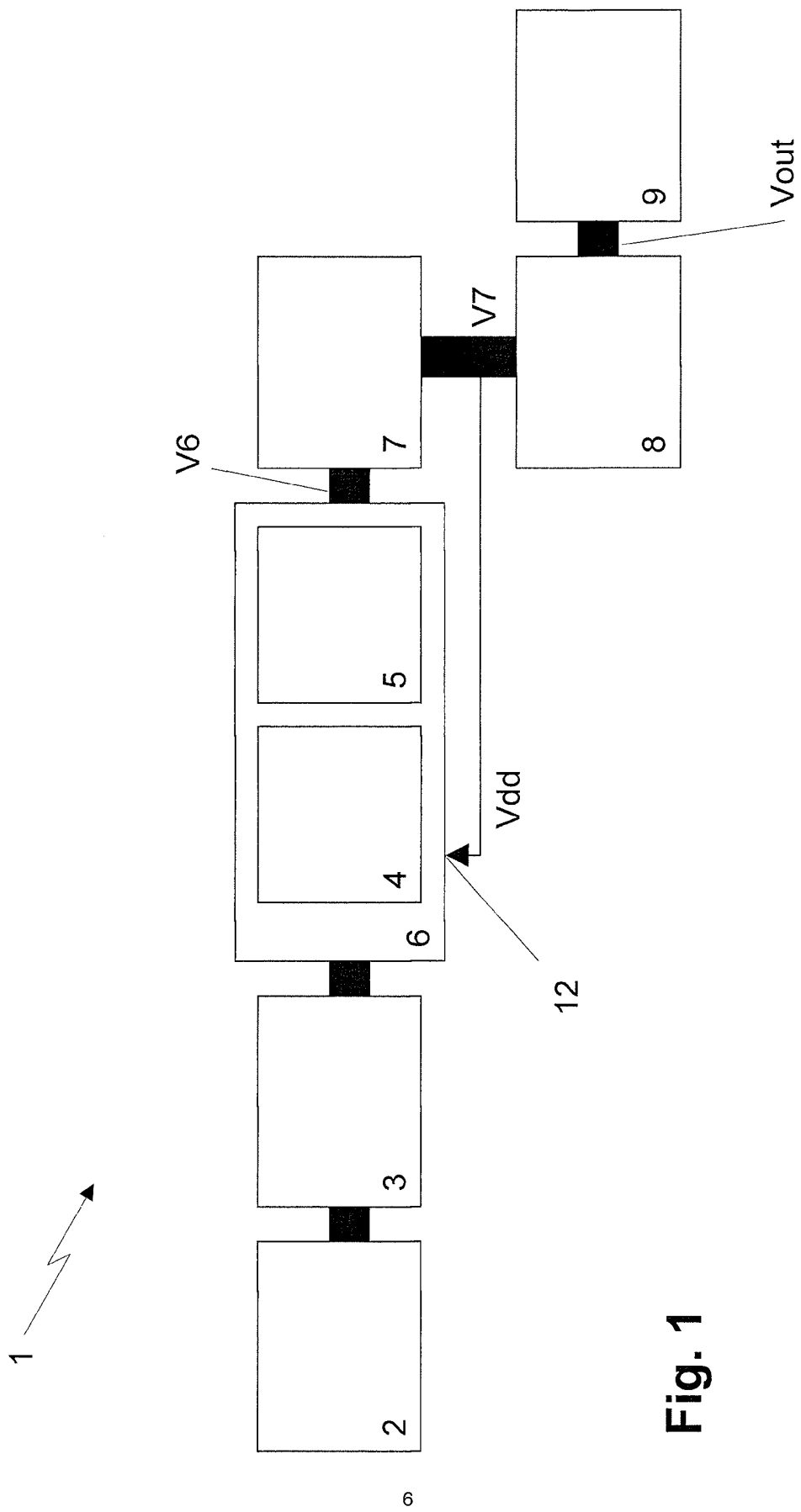


Fig. 1

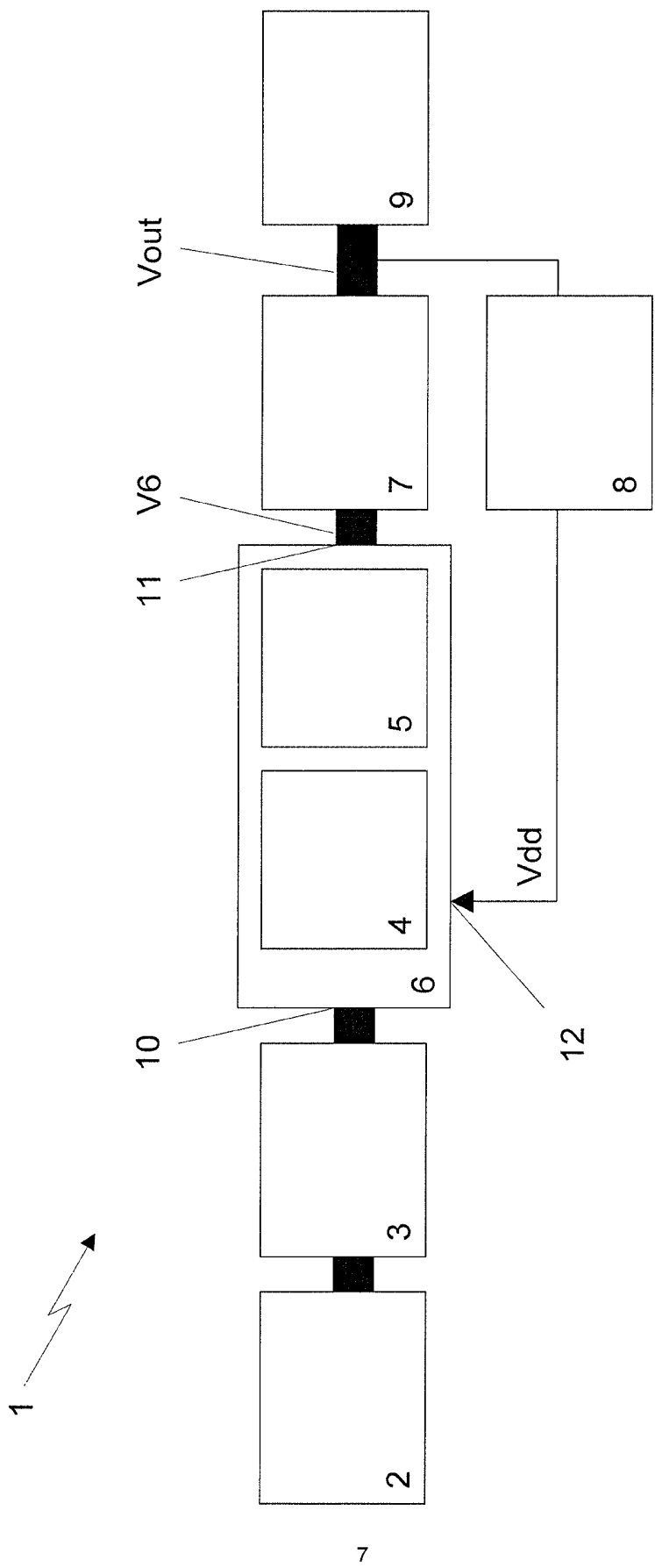


Fig. 2

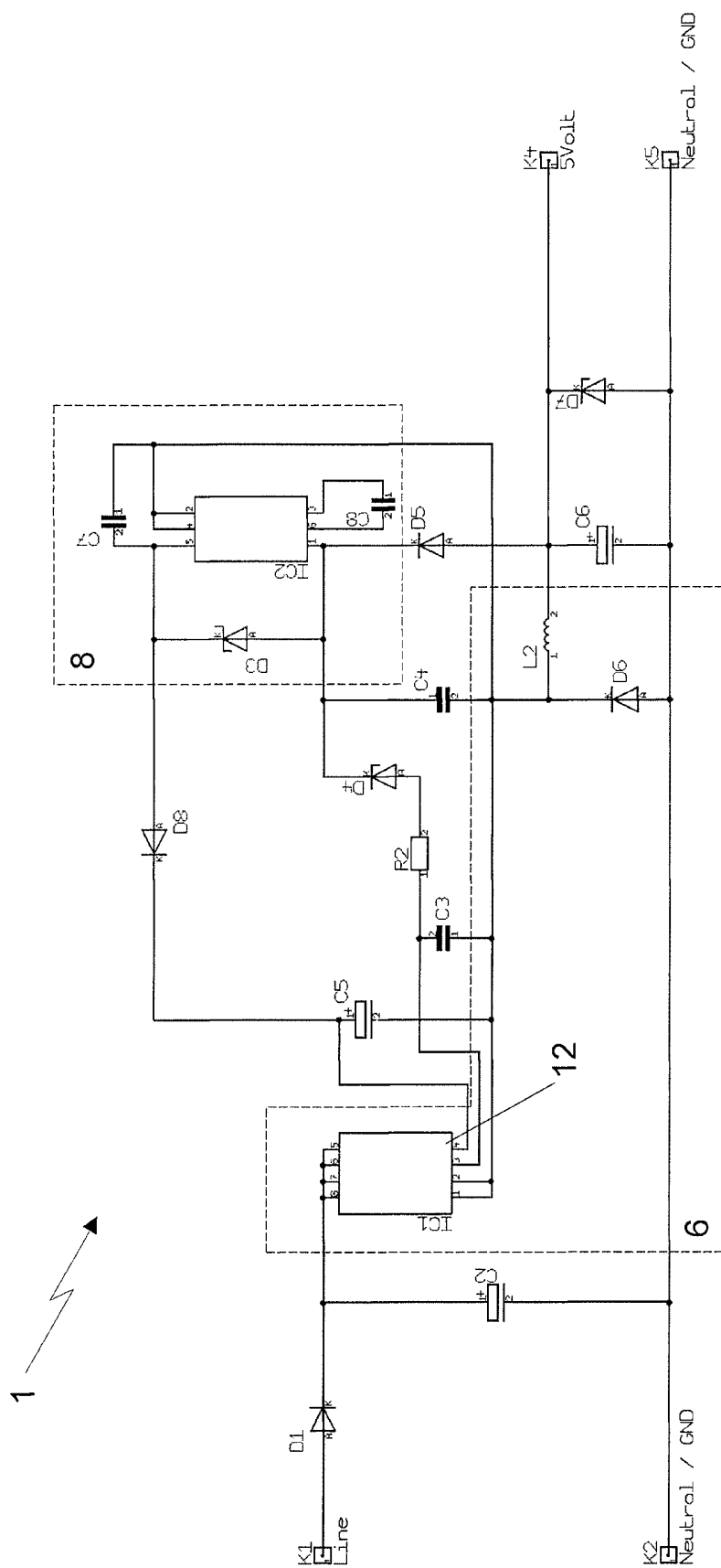


Fig. 3