



(10) **DE 10 2014 205 469 A1** 2015.09.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 205 469.9**

(22) Anmeldetag: **24.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.09.2015**

(51) Int Cl.: **H05B 37/02 (2006.01)**

H02M 3/156 (2006.01)

(71) Anmelder:

OSRAM GmbH, 80807 München, DE

(72) Erfinder:

Schmitt, Harald, 80689 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

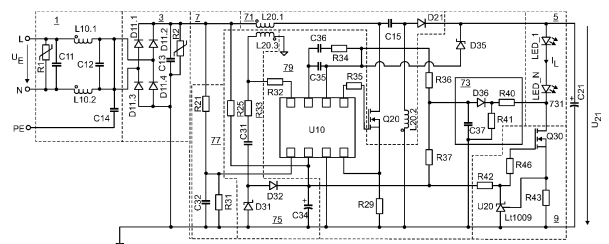
DE	10 2004 016 944	A1
DE	10 2012 206 976	A1
DE	20 2012 102 882	U1
US	6 577 512	B2
US	2008 / 0 042 597	A1
EP	2 315 497	A1

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben von Halbleiterlichtquellen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last, aufweisend einen Eingang zum Eingeben einer Netzeingangswechselspannung, eine Stromrichterschaltung, eine Wandlerschaltung, die die Netzeingangswechselspannung in eine Ausgangsspannung wandelt, eine Steuerschaltung zum Steuern der Wandlerschaltung, eine lineare Regelschaltung, die einen vorbestimmten Laststrom an der Last einstellt, wobei der Laststrom ein Gleichstrom ist, und die Steuerschaltung die Wandlerschaltung so steuert, dass die Stromstärke des Laststroms im Minimum der Ausgangsspannung vermindert ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung und einem Verfahren zum Betreiben einer Last, aufweisend einen Eingang zum Eingeben einer Netzeingangswchelspannung, eine Stromrichterschaltung, eine Wandlerschaltung, die die Netzeingangswchelspannung in eine Ausgangsspannung wandelt, eine Steuerschaltung zum Steuern der Wandlerschaltung, und eine lineare Regelschaltung, die einen vorbestimmten Laststrom an der Last einstellt, wobei der Laststrom ein Gleichstrom ist.

Hintergrund

[0002] Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zum Betreiben von Halbleiterlichtquellen nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0003] Es sind verschiedene Schaltungstopologien für Konverter bekannt, um aus einer Netzwechselspannung einen für Halbleiterlichtquellen wie Leuchtdioden geeigneten Strom zu erzeugen. Üblicherweise sind die Konverter zweistufig aufgebaut. Eine erste Stufe arbeitet als Leistungsfaktorkorrektur um eine in vielen Ländern vorgeschriebene sinusförmige Netzstromaufnahme zu bewerkstelligen. Diese erste Stufe erzeugt eine konstante Ausgangsspannung, die oft als Zwischenkreisspannung bezeichnet wird. Diese Stufe ist oftmals als Hochsetzsteller ausgeführt. Ausgehend von dieser Ausgangsspannung erzeugt die zweite Stufe einen für die Halbleiterlichtquellen geeigneten Strom. Dafür wird als Schaltungstopologie oftmals ein Tiefsetzsteller verwendet. Durch die Wahl dieser Wandlertopologien ergeben sich aber auch Nachteile. So ist die Kombination aus zwei Schaltreglern sehr aufwendig und teuer in der Herstellung. Daher wurden viele Vorschläge unterbreitet, wie die Schaltungstopologie vereinfacht und die Herstellkosten gesenkt werden können. So wurde z.B in der EP 2 315 497 A1 vorgeschlagen, den Tiefsetzsteller durch einen Linearregler zu ersetzen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die zu betreibenden Halbleiterlichtquellen eine genügend hohe Spannung aufweisen, da die Ausgangsspannung beim Hochsetzsteller systembedingt sehr hoch ist.

Aufgabe

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last vorzuschlagen, die einfach und kostengünstig herzustellen ist, und die vorgenannten Nachteile nicht mehr aufweist.

[0005] Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Last vorzuschlagen, welches mit obiger Schaltungsanordnung durchführ-

bar ist und welches eine effizientere Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen ermöglicht.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Lösung der Aufgabe erfolgt bezüglich der Schaltungsanordnung erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bezüglich des Verfahrens erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 11.

[0007] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last weist auf:

- einen Eingang zum Eingeben einer Netzeingangswchelspannung,
- eine Stromrichterschaltung
- eine Wandlerschaltung, die die Netzeingangswchelspannung in eine Ausgangsspannung wandelt,
- eine Steuerschaltung zum Steuern der Wandlerschaltung,
- eine lineare Regelschaltung, die einen vorbestimmten Laststrom an der Last einstellt, wobei
- der Laststrom ein Gleichstrom ist, und
- die Steuerschaltung die Wandlerschaltung so steuert, dass die Stromstärke des Laststroms im Minimum der Ausgangsspannung vermindert ist. Das Minimum der Ausgangsspannung korreliert dabei mit dem Netzspannungsminimum.

[0008] Diese Maßnahme stellt sicher, dass alle Bauteile der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung optimal ausgenutzt werden, so dass bei kleinem Baupraum und geringen Kosten ein Maximum an Leistung an die Last abgegeben werden kann. Durch die Ausführung des einstufigen Wandlers ist gleichzeitig eine Leistungsfaktorkorrektur mit einer optimalen Betriebsweise der Last möglich.

[0009] Die Last besteht dabei bevorzugt aus Leuchtdioden. Besonders bevorzugt sind mehrere LEDs in Serie geschaltet. Es sind aber auch Konstellationen von parallel geschalteten Strängen oder partiell parallel geschalteten LEDs möglich und unproblematisch.

[0010] Bevorzugt ist die Wandlerschaltung ein SEPIC-Wandler. Dies hat den Vorteil, dass mit einer Wandlerstufe eine Leistungsfaktorkorrektur der aufgenommenen Leistung und eine Tiefsetzung oder auch eine Hochsetzung der Ausgangsspannung bewerkstelligt werden kann. Damit ist ein sehr großer Ausgangsspannungsbereich realisierbar. Bei einem SEPIC Wandler kann die Last daher aus wenigen in Serie geschalteten LEDs bestehen, da die Ausgangsspannung des SEPIC Wandlers tiefgesetzt werden kann.

[0011] Bei einer anderen Ausführungsform ist die Wandlerschaltung ein Hochsetzsteller. Dies hat den Vorteil einer günstigeren Schaltung, da weniger und

günstigere Bauteile eingesetzt werden können. Allerdings muss die Last hier aus einer Vielzahl von seriell verschalteten LEDs bestehen, da die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers sehr hoch ist.

[0012] Bevorzugt wird zur Regelung der Wandler-schaltung das Potential an einem Knotenpunkt zwischen der Last und der linearen Regelschaltung herangezogen. Dies stellt eine hohe Effizienz der Schaltungsanordnung sicher, da die Ausgangsspannung mit dieser Maßnahme so geregelt wird, dass der Linearregler minimal belastet wird.

[0013] Eine Ausgestaltung ist es, dass ein Speicherkondensator derart mit dem Knotenpunkt gekoppelt ist, dass er dessen Potential aufweist, wobei das Potential des Speicherkondensators in die Steuerschaltung zum Regeln der Ausgangsspannung der Wandler-schaltung eingegeben wird. Mit dieser Maßnahme wird die Steuerschaltung immer mit einem im Potential richtigen, aber entkoppelten Meßsignal versorgt. Dabei wird der Speicherkondensator über einen Ladewiderstand geladen, und über eine Entladediode auf das Potential des Knotenpunktes entladen. Dies sorgt für die notwendige Entkoppelung bei gleichzeitiger Potentialnachbildung.

[0014] Besonders bevorzugt ist ein Speicherkondensator über einen Spannungsteiler derart mit dem Knotenpunkt gekoppelt, dass er ein mit dem Knotenpunkt korrelierendes Potential aufweist, wobei das Potential des Speicherkondensators in die Steuerschaltung zum Regeln der Ausgangsspannung der Wandler-schaltung eingegeben wird. Durch den Spannungsteiler kann die Ausgangsspannung des Wandlers, auf die die Steuerschaltung regelt, angepasst werden. Hierbei ist es möglich, die Regelstrecke optimal auszubilden. Erfindungsgemäß wird der Regelpunkt so eingestellt, dass die Ausgangsspannung des Wandlers im Minimum der Ausgangsspannung nicht mehr ausreicht, um den vorbestimmten Laststrom aufrechtzuerhalten. Damit erfährt der Laststrom eine Modulation, die durch Auswahl der schaltungstechnischen Parameter, unter anderem die Widerstandswerte des Spannungsteilers, und die Abstimmung des Linearreglers eingestellt werden kann.

[0015] In einer Weiterbildung der besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Speicherkondensator über einen Ladewiderstand geladen, und über eine Entladediode und den Spannungsteiler auf ein durch den Spannungsteiler und das Potential des Knotenpunktes definiertes Potential entladen. Dies sorgt wieder für die notwendige Entkoppelung bei gleichzeitiger Potentialnachbildung.

[0016] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last ergeben

sich aus weiteren abhängigen Ansprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

[0018] Fig. 1 Das Schaltbild einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem SEPIC-Wandler als Wandlerstufe und einem dahinter geschalteten Linearregler,

[0019] Fig. 2 das Schaltbild einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem Hochsetzsteller als Wandlerstufe und einem dahinter geschalteten Linearregler,

[0020] Fig. 3 das Schaltbild einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem SEPIC-Wandler als Wandlerstufe und mehreren parallel dahinter geschalteten Linearreglern,

[0021] Fig. 4 eine beispielhafte Stromform für den erfindungsgemäßen Verarmungsbetrieb mit einer Modulationstiefe von etwa 9,5%.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0022] Fig. 1 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Die Schaltungsanordnung weist ein Eingangsteil **1** auf, welches primär für die Filterung der eingegebenen Netzspannung sorgt. Im Eingangsteil befinden sich auch Bauteile, die zum Schutz der Schaltungsanordnung dienen. Dies können z.B. Varistoren oder TVS Dioden sein.

[0023] Der Eingangsteil **1** ist mit einem Stromrichterteil **3** verbunden, der die Netzwechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt. Der Stromrichterteil **3** weist bevorzugt einen Vollwellgleichrichter auf.

[0024] An den Stromrichterteil **3** schließt sich die Wandlerstufe **7** an. Die Wandlerstufe **7** weist einen SEPIC-Wandler (single ended primary inductance converter) **71** auf. Dieser wird durch eine Steuerschaltung **79** angesteuert. Die notwendigen Messwerte werden mittels Messschaltungen **73**, **77** ermittelt und der Steuerschaltung zugeführt. Eine Hilfsspannungsversorgung **75** versorgt die Steuerschaltung mit Energie.

[0025] Die Wandlerstufe **7** erzeugt eine Ausgangsspannung U_{21} , die in einen Linearregler **9** eingegeben

wird. Der Linearregler **9** erzeugt aus der Spannung U_{21} einen Strom für die Last **5**, die bevorzugt aus mehreren in Serie geschalteten Leuchtdioden LED_1...LED-N besteht. Selbstverständlich können auch mehrere Stränge seriell verschalteter LEDs parallel geschaltet sein. Auch Mischformen von Seriell- und Parallelschaltungen sind möglich.

[0026] Der Eingangsteil **1** weist bevorzugt einen Filter aus einer stromkompensierten Drossel L10 auf, deren erste Anschlüsse mit zwei Eingängen L, N gekoppelt sind. Zwischen diesen Eingängen L, N ist ein Entstörkondensator C11 angeordnet. Zwischen den zweiten Anschlüssen der stromkompensierten Drossel L10 ist ein weiterer Entstörkondensator C12 angeordnet.

[0027] Parallel zum Entstörkondensator C11 ist ein Widerstand R1 angeordnet, der auch als Varistor ausgeführt sein kann. An den Knotenpunkt zwischen C12, R1 und dem Teil der stromkompensierten Drossel, welcher mit dem Eingang N gekoppelt ist, kann die Erde PE über einen Y-Kondensator C14 gekoppelt sein. Dies ist jedoch nicht zwingend notwendig.

[0028] Der Stromrichterteil **3** weist 4 Dioden D11.1 bis D11.4 auf, die in der Art eines Vollwellengleichrichters verschaltet sind. Am Ausgang des Vollwellengleichrichters ist ein Speicherkondensator C13 gekoppelt. Parallel zum Speicherkondensator C13 ist ein Widerstand R2 angeordnet, der auch als Varistor ausgeführt sein kann.

[0029] Die beiden Pole des Speicherkondensators C13 sind mit dem Eingang der Wandlerstufe **7** gekoppelt. Die Wandlerstufe **7** weist einen SEPIC Wandler **71** auf. Dieser weist eine erste Drossel L20.1 auf, deren erster Pol mit einem Pol des Speicherkondensators C13 gekoppelt ist. Der zweite Pol der Drossel L20.1 ist mit einem ersten Pol eines Wandlerkondensators C15 und mit der Arbeitselektrode eines Wandlertransistors Q20 gekoppelt. Der zweite Pol des Wandlerkondensators C15 ist mit dem ersten Pol einer zweiten Drossel L20.2 und mit der Anode einer Wandlerdiode D21 gekoppelt. Die erste Drossel L20.1 und die zweite Drossel L20.2 sind magnetisch miteinander gekoppelt. In der DE 10 2004 016 944 A1 sind die Vorteile der magnetischen Kopplung beider Drosseln offenbart. Die Kathode der Wandlerdiode D21 ist identisch mit dem Ausgang der Wandlerstufe **7**. Der zweite Pol der zweiten Drossel L20.2 ist mit dem Bezugspotential des Eingangsteils **1** gekoppelt. Die Bezugselektrode des Wandlertransistors Q20 ist mit einem Widerstand R29 gekoppelt, dessen anderer Pol mit dem Bezugspotential des Eingangsteils **1** gekoppelt ist.

[0030] Die Steuerelektrode des Wandlertransistors Q20 ist mit einem Ausgang der Steuerschaltung **79** gekoppelt.

[0031] Die Steuerschaltung **79** weist einen ersten Eingang auf, der mit einer Serienschaltung zweier Widerstände R36 und R37 gekoppelt ist. Der Koppelkontakt der beiden Widerstände ist mit einer ersten Messschaltung **73** gekoppelt.

[0032] Eine zweite Messschaltung **77** besteht aus einem weiteren Spannungsteiler aus zwei Widerständen R21, R31 die seriell verschaltet sind. Die Widerstände sind zwischen die Eingangsanschlüsse der Wandlerstufe **7** geschaltet. Der Knotenpunkt dieser Widerstände ist mit einem zweiten Eingang der Steuerschaltung **79** gekoppelt. Parallel zum Widerstand R31 ist noch ein Kondensator C32 geschaltet.

[0033] Die Hilfsspannungsversorgung **75** weist eine Serienschaltung eines Startwiderstandes R25 und eines Speicherkondensators C34 auf. Der Startwiderstand ist mit dem positiven Eingangsanschluss der Wandlerstufe **7** gekoppelt. Der Speicherkondensator ist mit dem negativen Eingangsanschluss der Wandlerstufe **7** gekoppelt, der identisch ist mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung. Der Verbindungspunkt zwischen dem Startwiderstand R25 und dem Speicherkondensator C34 ist der Ausgang der Hilfsspannungsversorgung **75** und versorgt unter anderem die Steuerschaltung **79**. Der Startwiderstand R25 dient lediglich dazu den Kondensator C34 nach Anschluss an die Netzspannung aufzuladen so dass die Schaltung überhaupt starten kann. Versorgt wird die Schaltung von einer dritten Drossel L20.3, die mit der ersten Drossel L20.1 magnetisch gekoppelt ist, so dass sie als Transformator wirkt. Sobald der SEPIC Wandler angelassen ist, wird in der dritten Drossel L20.3 eine Wechsellspannung induziert, welche über einen optionalen ohmschen Widerstand R33 und einen Blockkondensator C31 auf eine Diode D32 geführt wird, die den Speicherkondensator C34 lädt und eine zuverlässige Hilfsspannung aufrechterhält. Der andere Anschluss der dritten Drossel L20.3 ist mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung gekoppelt. Die Spannung wird durch eine Zenerdiode D31 eingestellt, deren Anode mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung gekoppelt ist, und deren Kathode mit dem Verbindungspunkt zwischen der Anode der Diode D32 und dem Blockkondensator C31 gekoppelt ist. Über diese Zenerdiode kann die Spannung am Speicherkondensator C34 auf einen Maximalwert begrenzt werden. Bevorzugt beträgt die Spannung 15V–20V.

[0034] Der Ausgang der Hilfsspannungsversorgung **75** ist mit einem Ende der Serienschaltung der oben schon erwähnten beiden Widerstände R36 und R37 gekoppelt, deren anderes Ende mit dem ersten Eingang der Steuerschaltung **79** gekoppelt ist. Die Steuerschaltung **79** weist eine integrierte Schaltung U10 auf, die den SEPIC-Wandler **71** regelt. Bevorzugt wird der SEPIC-Wandler **71** derart geregelt, dass ein hoher Netzleistungsfaktor am Eingang gesichert ist.

Zu diesem Zweck wird die Netzspannung mit Hilfe der zweiten Messschaltung **77** gemessen und ein entsprechender Messwert in die Steuerschaltung **79** eingegeben. Diese Maßnahme ist aber nicht bei jeder integrierten Schaltung notwendig, es sind auch integrierte Schaltungen bekannt, die die notwendigen Informationen aus dem Ripple der Ausgangsspannung herleiten können. Für solche integrierte Schaltungen ist dann keine zweite Messschaltung **77** notwendig. Die Steuerschaltung **79** regelt die Spannung des SEPIC-Wandlers **71** auf die Spannung, die über den Widerstand R36 in den ersten Eingang eingegeben wird.

[0035] Die Last **5** weist bevorzugt eine Serienschaltung aus mehreren LEDs auf. Wie oben schon erwähnt können die LEDs auch partiell oder komplett parallel geschaltet werden. Die Kathode der ersten LED LED_1 ist mit dem Ausgang der Wandlerstufe **7** gekoppelt, die Kathode der letzten LED LED_N ist mit dem Ausgang des Linearreglers **9** gekoppelt.

[0036] Der Linearregler **9** weist einen Transistor Q30 auf, dessen Arbeitselektrode mit der Kathode der letzten LED LED_N gekoppelt ist, die damit den Ausgang des Linearreglers **9** bildet. Die Bezugslektrode des Transistors Q30 ist mit einem Shuntwiderstand R43 gekoppelt. Der andere Anschluss des Shuntwiderstandes R43 ist mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung gekoppelt. Der Knotenpunkt zwischen der Bezugslektrode und dem Shuntwiderstand R43 ist mit einer Spannungsreferenz U20 gekoppelt. Die Anode der Spannungsreferenz U20 ist mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung gekoppelt. Die Kathode der Spannungsreferenz ist mit dem Knotenpunkt aus zwei seriell geschalteten Widerständen R42 und R46 gekoppelt, deren eines Ende mit der Steuerelektrode des Transistors Q30 gekoppelt ist, und deren anderes Ende mit dem Ausgang der Hilfsspannungsversorgung **75** gekoppelt ist. Der Widerstand R42 dient der Versorgung der Spannungsreferenz U20. Der Widerstand R46 dient der Entkoppelung der Steuerelektrode des Transistors Q30 und ist optional.

[0037] Ein Speicherkondensator C21 ist mit dem Ausgang der Wandlerstufe **7** und dem Bezugspotential gekoppelt. An ihm liegt die Ausgangsspannung U₂₁ der Wandlerstufe **7** an.

Zur Funktionsweise:

[0038] Erfindungsgemäß wirken der SEPIC-Wandler und der Linearregler so zusammen, dass der Linearregler die Ripplespannung des Sepicwandlers im Minimum der Ausgangsspannung U₂₁ nicht mehr ausregeln kann, so dass es zu einer Strommodulation im Laststrom durch die Last **5** kommt. Die Ausgangsspannung U₂₁ weist einen relativ kleinen Ripple auf, der von der Sinusschwingung der Netzspannung

herrührt. Durch Auslegung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung kann die Höhe der Strommodulation eingestellt werden.

[0039] Als Strommodulation wird im Folgenden der Quotient aus der Differenz des Maximalstroms mit dem Minimalstrom und der Summe des Maximalstroms und dem Minimalstrom angesehen. In einer Formel kann die Modulation also folgendermaßen definiert werden:

$$\text{Strommodulation} = \frac{i_{\max} - i_{\min}}{i_{\max} + i_{\min}}$$

[0040] Dadurch, dass die Schaltungsanordnung im Minimum der Ausgangsspannung U₂₁ nicht mehr den vollen Strom liefern können muss, können die Bauteile der Schaltungsanordnung wesentlich besser ausgenutzt werden beziehungsweise wesentlich kleiner dimensioniert werden. Das spart Bauraum und Kosten. Abhängig von der Strommodulation ist eine erhebliche Bauraumreduzierung realisierbar.

[0041] In den aus dem Stand der Technik bekannten Schaltungsanordnungen wird der Wandler üblicherweise auf eine konstante Ausgangsspannung geregelt. Auf den vorliegenden Fall übertragen würde ein bekannter Wandler so geregelt werden, dass die Ausgangsspannung U₂₁ der Wandlerstufe **7** konstant bleibt.

[0042] Erfindungsgemäß wird der SEPIC-Wandler nicht auf eine konstante Ausgangsspannung geregelt, sondern auf eine Spannung, die von der Meßschaltung **73** erzeugt wird. Die Meßschaltung **73** weist einen ersten Eingang auf, der mit dem Potential des Knotenpunktes **731** zwischen der Arbeitselektrode des Transistors Q30 und der Kathode der letzten LED LED_N gekoppelt ist. Die Spannung an diesem Knotenpunkt schwankt aufgrund des Spannungsrippels des SEPIC-Wandlers **71**. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist bewusst so ausgelegt, dass am Ausgang des SEPIC-Wandlers **71** ein signifikanter Spannungsripple auftritt, da der Speicherkondensator C21 vergleichsweise klein in seinem Kapazitätswert ist. Diese Maßnahme spart Kosten und Bauraum. Der Linearregler **9** gleicht diese Spannungsschwankungen wieder aus, so dass die LEDs mit einem gleichförmigen Laststrom betrieben werden und eine gleichmäßige Lichtabgabe aufweisen. Dadurch weist jedoch das Potential am Punkt **731** annähernd den gleichen Spannungsripple auf wie das Potential am Ausgang des SEPIC-Konverters **71**.

[0043] Die Meßschaltung **73** weist einen Kondensator C37 auf, dem eine Serienschaltung aus einer Diode D36 und einem Widerstand R41 parallelgeschaltet ist. Der Knotenpunkt zwischen der Kathode der Diode D36 und dem Widerstand R41 ist mit einem Widerstand R40 gekoppelt, dessen anderes Ende wie-

derum mit dem ersten Eingang der Messschaltung **73** gekoppelt ist. Der Knotenpunkt zwischen der Anode der Diode D36 und dem Kondensator C37 bildet den Ausgang der Messschaltung **73**. Der Ausgang der Meßschaltung **73** ist mit dem Knotenpunkt der zwei Widerstände R36 und R37 gekoppelt. Da der Widerstand R37 wiederum mit dem Ausgang der Hilfsspannungsversorgung **75** gekoppelt ist, wird der Kondensator C37 auf die Spannung der Hilfsspannungsversorgung **75** aufgeladen. Dies funktioniert aber nur so lange, wie das Potential am Punkt **731** größer ist als das Potential des Kondensators C37, da die Diode D36 dann die Potentiale entkoppelt. Ist das Potential am Punkt **731** jedoch kleiner als das Potential am Kondensator C37, dann kann ein Strom über die Diode D36 in den Punkt **731** fließen. Der Kondensator C37 wird somit durch die Hilfsspannungsversorgung **75** geladen, und über die Diode D36 und den Widerstand R40 auf die Spannung am Punkt **731** entladen. Die beiden seriell geschalteten Widerstände R40 und R41 bilden dabei einen Spannungsteiler, über den das Potential des Kondensators C37 verglichen zum Punkt **731** angepasst werden kann. Dadurch, dass der Widerstand R40 einen kleineren Widerstandswert aufweist als der Widerstand R37, wird die Spannung am Kondensator C37 der Spannung am Punkt **731** unter Berücksichtigung des Spannungsteilers nachgeführt. Die am Ausgang der Messschaltung **75** anliegende Spannung des Kondensators C37 wird über den Widerstand R36 in den ersten Eingang der Steuerschaltung **79** eingegeben.

[0044] Die Steuerschaltung **79** „sieht“ an ihrem Eingang also immer eine Spannung, die der durch den Spannungsteiler R40/R41 herunter geteilten Minimalspannung im Punkt **731** entspricht. Grundsätzlich kann dadurch die Spannung so geregelt werden, dass sie der Summenspannung der maximal auftretenden Flussspannung der LEDs zusammen mit der Spannung über dem Transistor Q30 und der Spannung am Shuntwiderstand R43 entspricht. Dadurch muss der Linearregler im Wesentlichen nur noch den Spannungsrippel des SEPIC-Wandlers **71** kompensieren, so dass die Verlustleistung minimiert wird.

[0045] Zusätzlich ist zwischen dem Ausgang des Wandlers, also an der Kathode der Diode D21 und dem Eingang der Steuerschaltung **79** noch eine Zenerdiode D35 geschaltet, die die Ausgangsspannung U₂₁ des Wandlers noch zusätzlich begrenzt. Dabei ist die Kathode der Zenerdiode D35 mit der Kathode der Diode D21 gekoppelt. Die Anode der Zenerdiode D35 ist mit dem Eingang der Steuerschaltung **79** gekoppelt. Bei einer zu hohen Ausgangsspannung wird die Zenerdiode leitend und addiert ein Signal zu dem Signal der Messschaltung **75**. Dabei hat das Signal der Zenerdiode D35 eine stärkere Auswirkung als das Signal der Messschaltung **73**. Bei zu hoher Spannung, z.B. weil zu viele LEDs an den Ausgang angeschlossen werden, wird die Schaltung aktiv ge-

schützt, da die Ausgangsspannung auf einen durch den Wert der Zenerdiode D35 vorgegebenen Wert begrenzt wird.

[0046] Dabei kann das Temperaturverhalten der Zenerdiode D35 zusätzlich genutzt werden, indem die kleinere Spannung der Zenerdiode D35 bei kalten Temperaturen zu einer niedrigeren Ausgangsspannung und damit zu einem niedrigeren Ausgangsstrom führt, und so den bei tiefen Temperaturen hochohmigeren Speicherkondensator C21 aktiv schützt.

[0047] Der Linearregler **9** ist so dimensioniert, dass durch die seriell verschalteten LEDs immer der vorgegebene Strom fließt. Die Strecke zwischen Arbeitselektrode und Bezugs-elektrode des Transistors Q30 kompensiert also den Spannungsripple, so dass durch die LEDs immer ein Gleichstrom vorgegebener Stärke fließt. Der Strom wird über den Shuntwiderstand R43 gemessen und durch die Referenzspannungsquelle U20 und die Widerstände R42/R46 wird an die Steuerelektrode ein Steuersignal abgegeben, so dass eine Regelstrecke entsteht. Über die Dimensionierung des Shuntwiderstandes R43, und die Referenzspannungsquelle U20 kann die Stromstärke eingestellt werden, auf die der Linearregler regelt.

[0048] Erfindungsgemäß wird nun der Spannungsteiler R40/R41 so dimensioniert, dass der SEPIC-Wandler die Spannung an seinem Ausgang so regelt, dass sie kleiner ist als die Summenspannung der Flussspannung der LEDs zusammen mit der Spannung über dem Transistor Q30 und der Spannung am Shuntwiderstand R43. Die Spannung am Shuntwiderstand R43 ergibt sich durch die Spannung der Referenzspannungsquelle U20. Die Verluste im Shuntwiderstand R43 können durch geeignete Wahl einer Referenzspannungsquelle U20 mit kleinerer Referenzspannung gesenkt werden. Durch die Tatsache, dass die Summenspannung größer ist als die Spannung am Ausgang des SEPIC-Wandlers **71** ist der Linearregler **9** nicht mehr in der Lage, die Stromstärke im Minimum der Ausgangsspannung U₂₁ aufrechtzuerhalten, der Strom durch die LEDs ist damit kein gleichförmiger Strom mehr, sondern sinkt im Minimum der Ausgangsspannung U₂₁ etwas ab. Dieses Absenken kann auch als Verarmungsbetrieb bezeichnet werden. Damit entsteht eine Strommodulation im Laststrom durch die LEDs. Die Höhe der Strommodulation kann über die Dimensionierung der Widerstände R40/R41 eingestellt werden.

[0049] Durch diese Maßnahme werden die Bauteile der Schaltungsanordnung optimal ausgenutzt, und die Schaltungsanordnung kann bei gleicher Bauteiledimensionierung einen höheren Strom beziehungsweise eine höhere Leistung an die LEDs abgeben als die aus dem Stand der Technik bekannten Schaltungen.

[0050] Fig. 2 zeigt das Schaltbild einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem Hochsetzsteller als Eingangsstufe und einem dahinter geschalteten Linearregler als Ausgangsstufe. Die zweite Ausführungsform ist ähnlich zur ersten Ausführungsform, daher werden nur die Unterschiede zur ersten Ausführungsform beschrieben. Die zweite Ausführungsform weist anstelle des SEPIC-Wandlers **71** einen Hochsetzsteller **711** auf. Die Schaltungsanordnung ist also bis auf die zwei für einen SEPIC-Wandler fehlenden Bauteile identisch. Diese beiden Bauteile sind der Wandlerkondensator C15 und die zweite Drossel L20.2. Diese Bauteile benötigt ein Hochsetzsteller nicht, daher fehlen diese bei der zweiten Ausführungsform.

[0051] Der Hochsetzsteller **711** weist gegenüber dem Sepic-Wandler **71** den Nachteil auf, dass die Ausgangsspannung des Wandlers immer höher sein muss als das Netzspannungsmaximum. Das führt dazu, dass viele in Serie geschaltete LEDs als Last notwendig sind, um die erfindungsgemäße Betriebsweise realisieren zu können. Die Flußspannung der LEDs darf ja nur geringfügig kleiner sein als das Minimum der Ausgangsspannung U_{21} des Wandlers. Die minimale Ausgangsspannung U_{21} eines Hochsetzstellers ist bei einer 230V Netzeingangsspannung ca. 360V. Bei einer durchschnittlichen Flußspannung einer LED von ca. 3V sind also mindestens 120 seriell verschaltete LEDs notwendig. Natürlich können auch hier wieder Parallelstränge mit betrieben werden um die Anzahl der LEDs weiter zu erhöhen. Ist die Anzahl der seriell verschalteten LEDs der LED-Kette LED_1 bis LED_N groß genug, so kann die Schaltungsanordnung in der erfindungsgemäßen Weise betrieben werden.

[0052] Fig. 3 zeigt das Schaltbild einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem SEPIC-Wandler als Wandlerstufe und mehreren parallel dahinter geschalteten Linearreglern. Die dritte Ausführungsform ist ähnlich zur ersten Ausführungsform, daher werden nur die Unterschiede zur ersten Ausführungsform beschrieben. In der dritten Ausführungsform sind neben dem Linearregler **9** noch weitere Linearregler **91** und **92** parallel geschaltet, so dass sich der Gesamtstrom auf diese Linearregler aufteilt. Durch Streuungen der Bauteiltoleranzen kann es vorkommen, dass der Strom nicht zu genau gleichen Teilen aufgeteilt wird. Dabei ist dann der Linearregler, der die größte Spannung einstellt, sozusagen der „Master“, dem die anderen Linearregler folgen.

[0053] Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Stromform für den erfindungsgemäßen Verarmungsbetrieb mit einer Modulationstiefe von etwa 9,5%. Es ist in der Figur gut zu sehen, dass der Strom I_L im Minimum der Ausgangsspannung U_{21} absinkt, da die Ausgangsspannung des Wandlers **71** dann nicht mehr aus-

reicht, um den vorbestimmten Strom durch die Last aufrechtzuerhalten. Das Minimum der Ausgangsspannung U_{21} ergibt sich aus dem Netzspannungsminimum, da die Regelcharakteristik des Wandlers zu langsam ist. Zwischen dem Minimum der Ausgangsspannung U_{21} und dem Netzspannungsminimum besteht aber eine Phasenverschiebung von ca. 2 ms. Die Strommodulation ergibt sich aber aus dem Minimum der Ausgangsspannung U_{21} , und nicht direkt aus dem Minimum der Netzeingangsspannung U_E .

Bezugszeichenliste

1	Eingangsteil
3	Stromrichterteil
5	Last
7	Wandlerstufe
9	Linearregler
71	SEPIC-Wandler
73	erste Messschaltung
75	Hilfsspannungsversorgung
77	zweite Messschaltung
79	Steuerschaltung
711	Hochsetzsteller

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- EP 2315497 A1 [0003]
- DE 102004016944 A1 [0029]

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last (5), aufweisend

- einen Eingang (L, N, PE) zum Eingeben einer Netzeingangsspannung,
- eine Stromrichterschaltung (3)
- eine Wandlerschaltung (71, 711), die die Netzeingangsspannung (U_E) in eine Ausgangsspannung (U_{21}) wandelt,
- eine Steuerschaltung (79) zum Steuern der Wandlerschaltung,

– eine lineare Regelschaltung (9), die einen vorbestimmten Laststrom an der Last (5) einstellt, wobei

- der Laststrom ein Gleichstrom ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschaltung (79) die Wandlerschaltung (71, 711) so steuert, dass die Stromstärke des Laststroms im Minimum der Ausgangsspannung (U_{21}) vermindert ist.

2. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Last aus Leuchtdioden (LED_1...LED_N) besteht.

3. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandlerschaltung ein SEPIC-Wandler (71) ist,

4. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandlerschaltung ein Hochsetzsteller (711) ist.

5. Schaltungsanordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Regelung der Wandlerschaltung (71, 711) das Potential an einem Knotenpunkt (731) zwischen der Last (5) und der linearen Regelschaltung (9) herangezogen wird.

6. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Speicherkondensator (C37) derart mit dem Knotenpunkt (731) gekoppelt ist, dass er dessen Potential aufweist, wobei das Potential des Speicherkondensators (C37) in die Steuerschaltung (79) zum Regeln der Ausgangsspannung der Wandlerschaltung (71) eingegeben wird.

7. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicherkondensator (C37) über einen Ladewiderstand (R37) geladen wird, und über eine Entladediode (D36) auf das Potential des Knotenpunktes (731) entladen wird.

8. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Speicherkondensator (C37) über einen Spannungsteiler (R40, R41) derart mit dem Knotenpunkt (731) gekoppelt ist, dass er ein mit dem Knotenpunkt (731) korrelierendes Potential aufweist, wobei das Potential des Speicher-

kondensators (C37) in die Steuerschaltung (79) zum Regeln der Ausgangsspannung der Wandlerschaltung (71) eingegeben wird.

9. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicherkondensator (C37) über einen Ladewiderstand (R37) geladen wird, und über eine Entladediode (D36) und den Spannungsteiler (R40, R41) auf ein durch den Spannungsteiler und das Potential des Knotenpunktes definiertes Potential entladen wird.

10. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Begrenzung der Ausgangsspannung der Wandlerschaltung (71, 711) eine Zenerdiode (D35) zwischen den Ausgang der Wandlerschaltung (71, 711) und die Steuerschaltung (79) geschaltet ist.

11. Verfahren zum Betreiben einer Last, mit einer Schaltungsanordnung, in die eine Netzeingangsspannung (U_E) eingegeben wird, die diese in eine Ausgangsspannung (U_{21}) wandelt, wobei die Schaltungsanordnung eine Strombegrenzungsschaltung (9) aufweist, die die Ausgangsspannung (U_{21}) in einen Laststrom (I_L) zum Betreiben der Last umwandelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltungsanordnung so betrieben wird, dass der Laststrom (I_L) im Minimum der Ausgangsspannung (U_{21}) in seiner Stromstärke vermindert ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

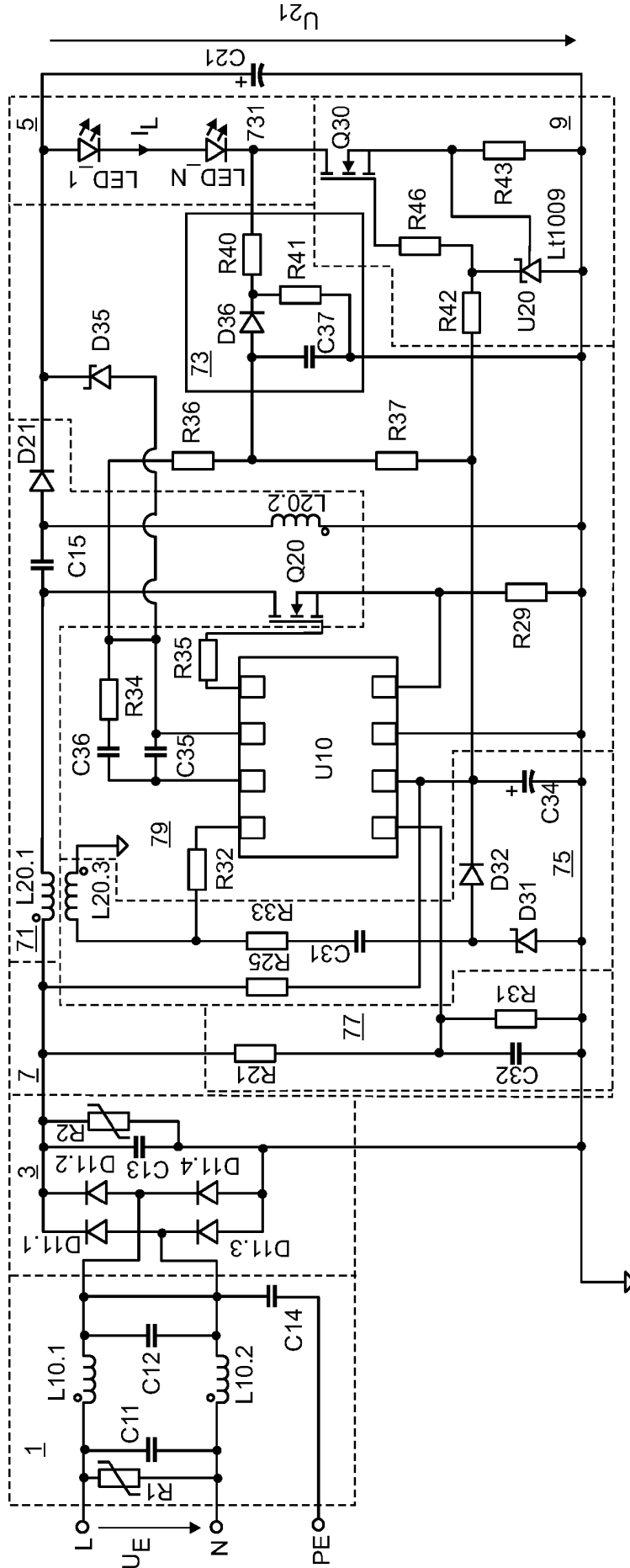


Fig. 1

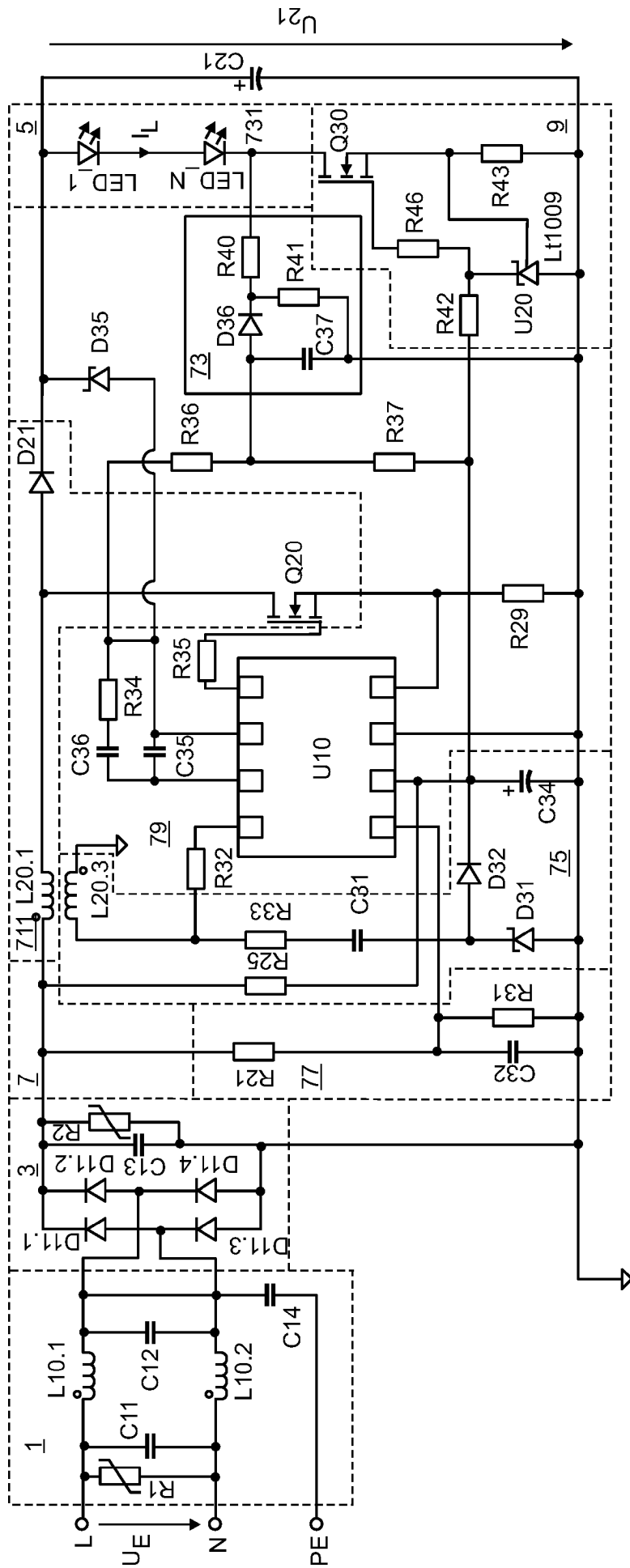


Fig. 2

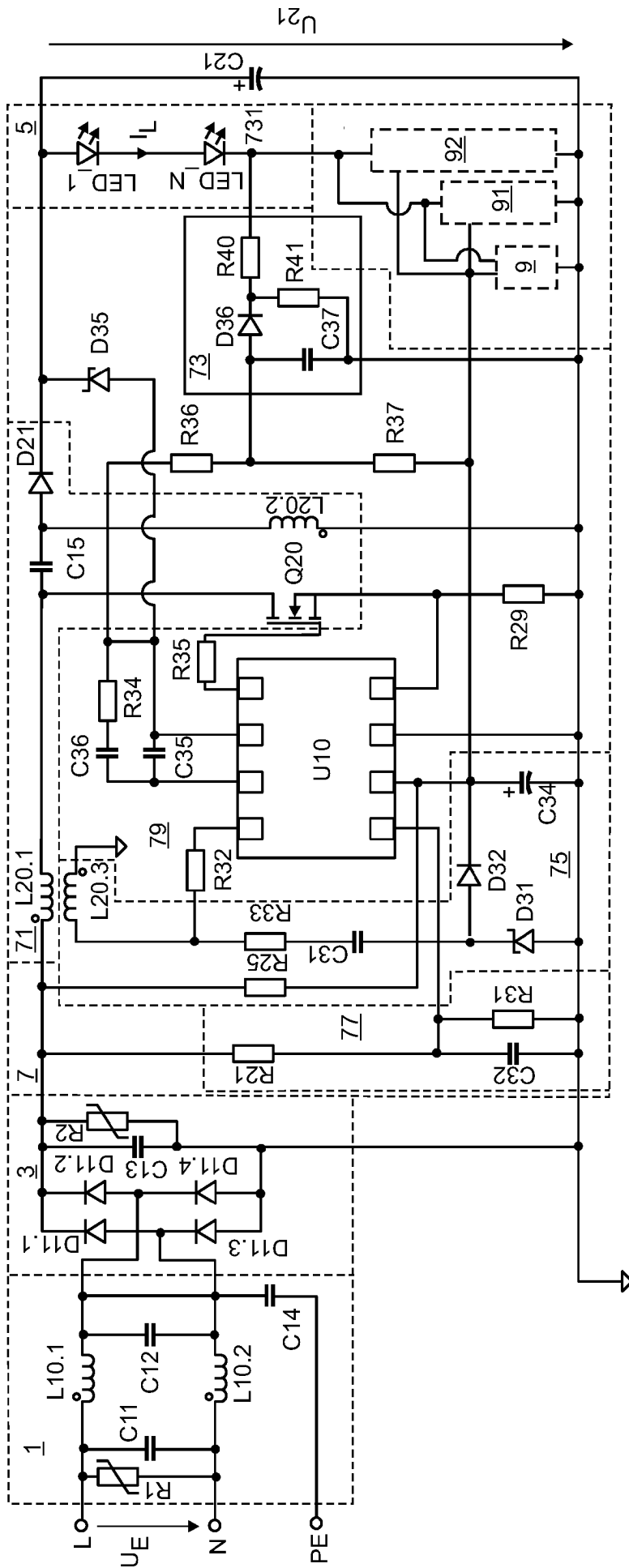


Fig. 3

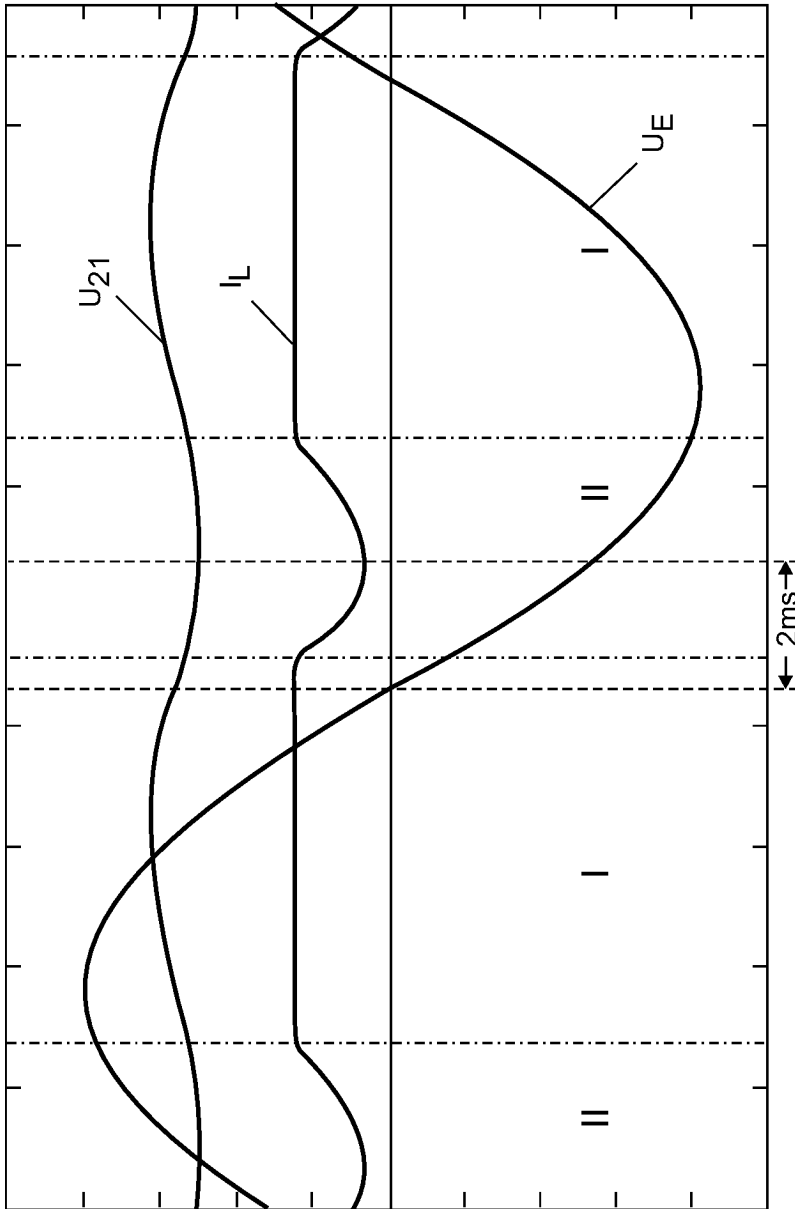


Fig. 4