

(19)



(11)

EP 1 492 393 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.08.2012 Patentblatt 2012/34

(51) Int Cl.:
H05B 41/298 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04009750.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2004**

(54) **Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe und Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe**

Ballast for fluorescent lamp and method to detect eol

Circuit et méthode pour alimenter une lampe à décharge muni d'une détection de fin de durée de vie

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **25.06.2003 DE 10328718**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.2004 Patentblatt 2004/53

(73) Patentinhaber: **OSRAM AG
81543 München (DE)**

(72) Erfinder: **Lott, Jörg, Dr.
83339 Chieming (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-B1- 6 232 727

EP 1 492 393 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Bethebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe gemäß dem Patentanspruch 9.

I. Stand der Technik

[0002] Ein derartiges Betriebsverfahren ist zum Beispiel in der internationalen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer WO 99/56506 offenbart. Diese Schrift beschreibt den Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Schaltungsanordnung, die einen Halbbrückenwechselrichter mit daran angeschlossenem Lastkreis besitzt, in dem die Anschlüsse für die Lampe angeordnet sind. Um das Auftreten des Gleichrichtereffektes in der Niederdruckentladungslampe zu detektieren, wird der Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator überwacht und beim Überschreiten eines vorgegebenen oberen Grenzwertes bzw. beim Unterschreiten eines vorgegebenen unteren Grenzwertes wird eine Abschaltungs Vorrichtung für den Halbbrückenwechselrichter aktiviert.

[0003] Die US 6,232,727 B1 offenbart ein Betriebsverfahren für eine Niederdruckentladungslampe mit einer Leistungsregelung und einer automatischen Abschaltung am Lebensdauerende der Niederdruckentladungslampe.

II. Darstellung der Erfindung

[0004] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Betriebsverfahren für mindestens eine Niederdruckentladungslampe bereitzustellen, das eine zuverlässigere Erkennung des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe ermöglicht und insbesondere Abschaltungen des Betriebsgerätes aufgrund von fehlerhafter Erkennung des Gleichrichtereffektes vermeidet. Außerdem ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe zur Durchführung dieses Verfahrens bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 9 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter, zeichnet sich dadurch aus, dass zur Überwachung des Auftretens des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe der Gleichspannungsabfall über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und der Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe oder eine dazu proportionale Größe ausgewertet werden, um daraus ein Kriterium für das Vorhandensein des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und damit auch ein Kriterium für das Erreichen des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe zu definieren. Durch Überwachen und Auswerten der vorgenannten Größen kann das Auftreten des Gleichrichtereffektes unabhängig von der eingesetzten Lampe und der aktuellen Dimmstellung mit hinreichender Genauigkeit festgestellt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren erhöht die Zuverlässigkeit des Systems bestehend aus der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und dem Betriebsgerät, da der Toleranzbereich für die Feststellung des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe mittels der vorgenannten Größen genauer spezifiziert werden kann und auf diese Weise eine Abschaltung des Betriebsgerätes aufgrund einer fehlerhaften Detektion des Gleichrichtereffektes vermieden wird.

[0007] Zur Auswertung der oben genannten Größen wird vorteilhaft das Produkt aus dem Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe und dem Gleichspannungsabfall über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe mit einem vorgegeben Leistungswert verglichen, da dieses Produkt direkt ein Maß für die Asymmetrie des Emissionsverhaltens der Lampenelektroden und das Ergebnis einen Wert für eine elektrische Leistung liefert, der unmittelbar mit dem zulässigen Maximalwert verglichen werden kann, der in der Ergänzung zur Norm IEC 61347-2-3 "Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps" unter dem Test 2 "Asymmetric Power Dissipation" angegeben ist. Dieser Maximalwert beträgt für T5-Lampen 7,5 Watt und für T4-Lampen 5,0 Watt.

[0008] Der Vergleich wird während des gesamten Lampenbetriebs mit aktualisierten Werten der vorgenannten Größen fortlaufend wiederholt, um im Falle des Auftretens des Gleichrichtereffektes eine Überhitzung der Lampenelektroden zu vermeiden. Um eine zuverlässige Erkennung des Gleichrichtereffektes zu ermöglichen und damit nicht ein zufälliges, einmaliges Überschreiten des zulässigen Maximalwertes zu einem Abschalten der mindestens einen Niederdruckentladungslampe führt, wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Zählvorgang ausgeführt und im Fall eines Zählerüberlaufs oder beim Überschreiten einer oberen Zählerschwelle ein Statusbit gesetzt bzw. zurückgesetzt. Der Zustand des Statusbits ist somit ein Indikator, ob die mindestens eine Niederdruckentladungslampe bereits ihr Lebensdauerende erreicht hat.

[0009] Die Auswertung erfolgt vorteilhaft mit Hilfe eines Mikrocontrollers, in dem ein entsprechendes Programm zur Durchführung der Vergleiche implementiert wurde. Der Mikrocontroller kann zusätzlich auch die Steuerung der Treiber-

schaltungen für die Transistorschalter des Wechselrichters übernehmen. Zur Auswertung werden vorzugsweise die zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Lampenbetriebs ermittelten Werte für die Differenz eines vorgegebenen Leistungswertes und des Produktes aus dem Gleichspannungsabfall über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und dem Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe oder einer dazu

proportionalen Größe aufaddiert.
[0010] Der Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe oder die dazu proportionale Größe wird vorteilhaft mittels eines Widerstandes ermittelt, der während einer Halbwelle des Stroms durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe, beispielsweise während der positiven Halbwelle, in Serie zu der mindestens einen Niederdruckentladungslampe geschaltet ist. Aus dem Spannungsabfall an diesem Widerstand wird, vorzugsweise nach Glättung mittels eines dem Widerstand nachgeschalteten Tiefpassfilters, der Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe ermittelt. Der Spannungsabfall an dem vorgenannten Widerstand kann zusätzlich : zur Helligkeitsregelung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe genutzt werden. Die gleichen Messwerte können daher beispielsweise mit Hilfe eines Mikrocontrollers sowohl zur Helligkeitsregelung als auch zur Detektion des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe ausgewertet werden.

[0011] Das erfindungsgemäße Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe weist folgende Merkmale auf:

- einen Halbbrückenwechselrichter, an den ein Lastkreis angeschlossen ist, in dem elektrische Anschlüsse für mindestens eine Niederdruckentladungslampe und mindestens ein Halbbrückenkondensator angeordnet sind,
- eine erste Messvorrichtung zur Messung einer ersten Spannung, die proportional zu dem Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe ist,
- eine zweite Messvorrichtung zur Messung einer zweiten Spannung, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem mindestens einen Halbbrückenkondensator ist,
- eine dritte Messvorrichtung zur Messung einer dritten Spannung, die proportional zur Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters ist, und
- eine Auswertungseinheit, die mit den Ausgängen der Messvorrichtungen verbunden ist, einen programmgesteuert arbeitenden Mikrocontroller umfasst und die zur Auswertung der ersten, zweiten und dritten Spannung sowie zur Steuerung des Halbbrückenwechselrichters in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung dient.

[0012] Das oben beschriebene Betriebsgerät ermöglicht die Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens.

III. Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0013] Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung des erfindungsgemäßen Betriebsgerätes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens in schematischer Darstellung

Figur 2 Ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens

[0014] Bei dem in Figur 1 schematisch abgebildeten erfindungsgemäßen Betriebsgerät handelt es sich um ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb von zwei parallel geschalteten Niederdruckentladungslampen, insbesondere T5-Leuchtstofflampen FL1, FL2. Dieses Vorschaltgerät ermöglicht insbesondere auch eine Helligkeitsregulierung der Leuchtstofflampen FL1, FL2.

[0015] Das Vorschaltgerät besitzt zwei Netzspannungsanschlüsse 1, 2, einen nachgeschalteten Netzspannungsgleichrichter GL, der auch eine Filterschaltung und gegebenenfalls einen Hochsetzsteller umfasst und an dessen Spannungsausgang die Versorgungsspannung für den nachgeschalteten Halbbrückenwechselrichter bereitgestellt wird. Der Halbbrückenwechselrichter weist zwei Halbbrückentransistoren T1, T2 auf, an deren Mittenabgriff M ein als Serienresonanzkreis ausgebildeter Lastkreis angeschlossen ist, der die Resonanzinduktivität L 1 und den Resonanzkondensator C 1 umfasst. Parallel zu dem Resonanzkondensator C1 ist eine Parallelschaltung bestehend aus zwei Leuchtstofflampen FL1, FL2 angeordnet. Diese Parallelschaltung weist zwei Halbbrückenkondensatoren C2, C3 auf, die jeweils in Serie zu einer der Leuchtstofflampen FL1 bzw. FL2 angeordnet sind. Außerdem ist in jeden Zweig der Parallelschaltung eine Wicklung N1 bzw. N2 eines Symmetriertransformators L2 geschaltet, der zur Symmetrierung der Lampenströme in den beiden Zweigen dient. Der auf hohem Potential befindliche Anschluss A2 des ersten Halbbrückenkondensators C2 ist über die Wicklung N2 des Transformators L2, die Elektrode E2 der ersten Leuchtstofflampe FL1 und den Widerstand R1 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Analog dazu ist der auf hohem Potential befindliche Anschluss A3 des zweiten Halbbrückenkondensators C3 über die Wicklung N 1 des

Transformators L2, die Elektrode E4 der zweiten Leuchtstofflampe FL2 und den Widerstand R2 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Die auf niedrigem Potential liegenden Anschlüsse der Halbbrückenkondensatoren C2, C3 sind jeweils mit dem negativen Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL und dem Massepotential verbunden. Der Anschluss A1 des Resonanzkondensators C1 ist mit der Elektrode E1 der ersten Leuchtstofflampe FL1 und der Elektrode E3 der zweiten Leuchtstofflampe verbunden und über die Resonanzinduktivität L1 an den Mittenabgriff M des Halbbrückenwechselrichters angeschlossen. Der andere Anschluss des Resonanzkondensators C1 ist mit dem negativen Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL und dem Massepotential verbunden. Außerdem ist der Anschluss A1 über die Elektrode E1 und den Widerstand R3 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Die in der Figur 1 nur schematisch abgebildete Heizvorrichtung H ist induktiv an alle Elektroden E1, E2, E3, E4 der beiden Leuchtstofflampen FL1, FL2 gekoppelt und dient zur Heizung der Lampenelektroden vor dem Zünden der Gasentladung oder auch während des Dimmbetriebs der Lampen. Details dieser Heizvorrichtung H sind beispielsweise in der Offenlegungsschrift EP 0 748 146 A1 beschrieben. Die Widerstände R0, R1, R2 und R3 dienen zur Einstellung der Potentiale an den Abgriffen A1, A2 und A3. Insbesondere können sich mittels der vorgenannten Widerstände unmittelbar nach dem Einschalten des Betriebsgerätes und vor dem Zünden der Gasentladung in den Lampen FL1, FL2 an den Kondensatoren C1, C2 und C3 die entsprechenden elektrischen Spannungen aufbauen.

[0016] Die Steuerung der Halbbrückentransistoren T1, T2 erfolgt mit Hilfe des programmgesteuert arbeitenden Mikrocontrollers MC und der Treiberschaltungen TR für die Transistoren T1, T2. Durch alternierendes Schalten der Transistoren T1, T2 wird der Mittenabgriff M abwechselnd mit dem negativen und dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Da die Halbbrückenkondensatoren C2, C3 auf die Hälfte der Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters aufgeladen sind, fließt während des Lampenbetriebs zwischen den Abgriffen M und A2 bzw. A3 ein hochfrequenter Wechselstrom, dessen Frequenz durch den Schalttakt der Transistoren T1, T2 bestimmt ist. Zum Zünden der Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 wird der Schalttakt der Halbbrückentransistoren T1, T2 derart verändert, dass die Frequenz des Wechselstroms in dem Lastkreis in der Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises L1, C1 liegt. Dadurch wird an dem Resonanzkondensator C1 eine ausreichend hohe Spannung generiert, um die Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 zu zünden. Nach dem Zünden der Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 wird der Serienresonanzkreis L1, C1 durch die Parallelschaltung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 gedämpft. Die Helligkeitsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 erfolgt ebenfalls durch Verändern der Frequenz des Wechselstroms in dem Lastkreis und in der Parallelschaltung der Leuchtstofflampen FL1, FL2.

[0017] Zur Messung des Stroms I durch die Parallelschaltung der Lampen FL1, FL2 dienen der Widerstand R14, die beiden Gleichrichterioden D3, D4 und das Tiefpassfilter R15, C10. Am Widerstand R14 wird aufgrund der Polung der beiden Dioden D3, D4 eine Spannung gemessen, die proportional zur positiven Halbwelle des Stroms I ist. Mittels des nachgeschalteten Tiefpassfilters R15, C10 wird ein über eine oder mehrere Halbwellen gemittelter Wert U1 dieser Spannung dem Anschluss A11 des Mikrocontrollers MC zur Auswertung zugeführt. Die zeitliche gemittelte Spannung U1 ist daher proportional zu dem zeitlichen Mittelwert I_+ der positiven Halbwelle des Stroms I durch die parallel geschalteten Lampen FL1, FL2. Die am Anschluss A11 detektierte Spannung U1 wird auch zur Helligkeitsregelung der beiden Leuchtstofflampen FL1, FL2 verwendet.

[0018] Parallel zum Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL ist der Spannungsteiler R6, R7 mit dem parallel zum Widerstand R7 geschalteten Kondensator C5 angeordnet. An dem Abgriff A6 zwischen den Widerständen R6, R7, der mit dem entsprechenden Anschluss A6 des Mikrocontrollers MC verbunden ist, wird die Spannung U2 gemessen, die proportional zur Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters ist. Parallel zum Halbbrückenkondensator C3 ist der Spannungsteiler R8, R9 mit dem parallel zum Widerstand R9 geschalteten Kondensator C6 angeordnet. An dem Abgriff A7 zwischen den Widerständen R8, R9, der mit dem entsprechenden Anschluss A7 des Mikrocontrollers MC verbunden ist, wird die Spannung U3 gemessen, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C3 ist. Analog dazu ist parallel zum Halbbrückenkondensator C2 der Spannungsteiler R10, R11 mit dem parallel zum Widerstand R11 geschalteten Kondensator C7 angeordnet. An dem Abgriff A8 zwischen den Widerständen R10, R11, der mit dem entsprechenden Anschluss A8 des Mikrocontrollers MC verbunden ist, wird die Spannung U4 gemessen, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C2 ist.

[0019] Die an den Anschlüssen A6, A7, A8 und A11 anliegenden Spannungen U1 bis U4 werden mittels Analog-Digital-Wandler in digitale Werte umgewandelt und von dem Mikrocontroller MC mit Hilfe eines im Mikrocontroller implementierten Programms ausgewertet, um über die Treiberschaltung TR durch eine entsprechende Steuerung der Halbbrückentransistoren T1, T2 eine Helligkeitsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 und eine Erkennung des Lebensdauerendes der Lampen FL1, FL2 zu gewährleisten. Das Lebensdauerende der Lampen FL1, FL2 wird durch Überwachen des Auftretens des Gleichrichtereffekts in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 festgestellt. Zu diesem Zweck werden mittels des Mikrocontrollers MC der Gleichspannungsabfall U_{dc1} bzw. U_{dc2} über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampen FL1, FL2 und der Strom durch die Leuchtstofflampen FL1, FL2, das heißt, der Gesamtstrom I durch die Parallelschaltung der Lampen FL1, FL2, ausgewertet. Der Mittelwert I_+ über die positive Halbwelle dieses

Stroms I berechnet sich aus der Spannung U1 und dem Widerstand R14 zu:

$$I_+ = \frac{U1}{R14} \quad (1)$$

[0020] Der Gleichspannungsabfall U_{dc1} über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampe FL1 berechnet sich aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters und dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C2 und kann daher aus den Spannungen U2 und U4 ermittelt werden.

$$U_{dc1} = \frac{1}{2} \cdot U2 \cdot \frac{R6 + R7}{R7} - U4 \cdot \frac{R10 + R11}{R11} \quad (2)$$

[0021] Analog dazu berechnet sich der Gleichspannungsabfall U_{dc2} über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampe FL2 berechnet sich aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters und dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C3 und kann daher aus den Spannungen U2 und U3 ermittelt werden.

$$U_{dc2} = \frac{1}{2} \cdot U2 \cdot \frac{R6 + R7}{R7} - U3 \cdot \frac{R8 + R9}{R9} \quad (3)$$

[0022] Aus den vorstehenden Größen I_+ und U_{dc1} , bzw. U_{dc2} kann für beide Leuchtstofflampen FL1 bzw. FL2 die Leistung P1 bzw. P2 mittels der Formel

$$P1 = I_+ \cdot |U_{dc1}| \cdot p \quad \text{bzw.} \quad P2 = I_+ \cdot |U_{dc2}| \cdot p \quad (4a), (4b)$$

berechnet werden, wobei der Korrekturfaktor p von der Kurvenform abhängt und sich aus dem Formfaktor k und dem Tastverhältnis τ ergibt zu:

$$p = \frac{k^2}{\tau} \quad (5)$$

[0023] Für ein sinusförmiges Signal mit einem Tastverhältnis von 0,5 besitzt der Korrekturfaktor p den Wert 1,11. Die Werte der Leistungen P1 bzw. P2 können unmittelbar mit dem in dem "Test 2: Asymmetric Power Dissipation" der Ergänzung zu der Norm IEC 61347-2-3 aufgeführten maximal zulässigen Grenzwert P_{max} von 7,5 Watt für die Lampenleistung bei T5-Lampen verglichen werden, um das Ende der Lebensdauer der beiden Leuchtstofflampen FL1, FL2 zu überwachen. Dieser Vergleich wird mittels des Mikrocontrollers MC während des Lampenbetriebs zyklisch für beide Lampen FL1, FL2 wiederholt.

[0024] Um bei der Vergleichsauswertung im Mikrocontroller die zweite Multiplikation in den Formeln (4a, 4b) einzusparen, wird der Korrekturfaktor p in den Vergleichswert P_{max} mit eingerechnet und dieser Wert im nichtflüchtigen Speicher hinterlegt. Während des laufenden Betriebs wird dieser gespeicherte Wert dann zyklisch mit dem Produkt aus I_+ und dem Betrag von U_{dc1} bzw. U_{dc2} verglichen.

[0025] Nachstehend wird das Verfahren zur Überwachung des Lebensdauerendes der beiden T5-Leuchtstofflampen FL1, FL2 anhand des in der Figur 2 abgebildeten Flussdiagramms näher erläutert.

[0026] Zu Beginn des zyklisch durchgeführten Verfahrens wird mittels des im Mikrocontroller MC implementierten Programms aus den während jedes Zyklus des Verfahrens aktualisierten Messwerten für die Größen U1, U2 und U3 bzw. U4 gemäß der obigen Formeln nacheinander für beide Lampen FL1 und FL2 die Leistungen P1 und P2 berechnet und jeweils mit der maximal zulässigen Leistung P_{max} verglichen. Falls die Leistung P1 bzw. P2 kleiner als die maximal

zulässige Leistung $P_{\max}$ ist und der Zählerstand der Zählvariablen Z1 bzw. Z2 für die Lampe FL1 bzw. FL2 gleich Null ist, wird der aktuelle Zyklus für die Lampe FL1 bzw. FL2 verlassen. Falls die Leistung P1 bzw. P2 kleiner als die maximal zulässige Leistung $P_{\max}$ ist und der Zählerstand der Zählvariablen Z1 bzw. Z2 für die Lampe FL1 bzw. FL2 größer als Null ist, wird der Zähler Z1 bzw. Z2 um den Wert 1 erniedrigt. Wenn danach der Zählerstand gleich Null ist, wird das Statusbit S1 bzw. S2 für das Erreichen des Lebensdauerendes der Lampe FL1 bzw. FL2 gelöscht, anderenfalls wird der neue Zählerstand Z1 bzw. Z2 gespeichert und der aktuelle Zyklus für die Lampe FL1 bzw. FL2 verlassen. Ist die Leistung P1 bzw. P2 aber nicht kleiner als die maximal zulässige Leistung $P_{\max}$, so wird der Zähler Z1 bzw. Z2 um 1 erhöht. Überschreitet danach der Wert des Zählers Z1 bzw. Z2 die obere Zählerschwelle ZSW, dann wird das Statusbit S1 bzw. S2 gesetzt, das heißt, die Lampe FL1 bzw. FL2 hat ihr Lebensdauerende erreicht. Ist der Wert des Zählers Z1 bzw. Z2 nicht größer als die obere Zählerschwelle ZSW, so wird der neue Zählerstand Z1 bzw. Z2 gespeichert und anschließend der aktuelle Zyklus für die Lampe FL1 bzw. FL2 verlassen. Der Wert der oberen Zählerschwelle ZSW ist vorgebar.

[0027] Für den Fall, dass das Statusbit S1 oder das Statusbit S2 gesetzt ist, wird das Betriebsgerät abgeschaltet.

[0028] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben näher erläuterte Ausführungsbeispiel. Beispielsweise können die Lampen FL1, FL2 anstatt nacheinander in demselben Zyklus auch alternierend abgefragt werden. Ferner können die Zählerstände Z1, Z2 bei einer hohen Über- bzw. Unterschreitung des zulässigen Grenzwertes um einen größeren Wert als 1 erhöht oder erniedrigt werden. Statt einer Abschaltung des Betriebsgerätes bzw. der Lampen FL1, FL2 beim Überschreiten des zulässigen maximalen Grenzwertes ist auch ein Betrieb der Lampen FL1, FL2 mit erheblich reduzierter Leistung möglich, bis der zulässige Grenzwert wieder dauerhaft unterschritten wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Halbbrückenwechselrichter (T1, T2), an den ein Lastkreis (L1, C1) angeschlossen ist, in dem elektrische Anschlüsse für mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und mindestens ein Halbbrückenkondensator (C2, C3) angeordnet sind, wobei während des Betriebs der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) das Auftreten eines Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) überwacht wird, um ihr Lebensdauerende zu ermitteln,
dadurch gekennzeichnet, dass
 zur Überwachung des Gleichrichtereffektes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) der Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und der Strom (I) durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) oder eine dazu proportionale Größe ausgewertet werden, indem
 eine erste Spannung (U_1) gemessen wird, die proportional zu dem Strom (I) durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ist, und
 der Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters (T1, T2) und dem Spannungsabfall an dem mindestens einen Halbbrückenkondensator (C3, C2) mittels einer gemessenen zweiten Spannung (U_3 , U_4), die proportional zu dem Spannungsabfall an dem mindestens einen Halbbrückenkondensator (C3, C2) ist, und einer gemessenen dritten Spannung (U_2), die proportional zur Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters (T1, T2) ist, berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt aus dem Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und dem Strom (I) durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) oder eine dazu proportionale Größe mit einem vorgegebenen Leistungswert ($P_{\max}$) verglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vergleich während des Lampenbetriebs zyklisch wiederholt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und der Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) oder eine dazu proportionale Größe aus Messwerten, die einem Mikrocontroller (MC) zugeführt werden, ermittelt werden und mittels des Mikrocontrollers (MC) programmgesteuert eine Auswertung durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Zählvorgang (Z1, Z2) ausgeführt wird und im Falle eines Zählerüberlaufs ein

Statusbit (S1, S2) gesetzt bzw. zurückgesetzt wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Lampenbetriebs ermittelten Werte für die Differenz eines vorgegebenen Leistungswertes ($P_{\max}$) und des Produktes aus dem Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und dem Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) oder einer dazu proportionalen Größe aufaddiert und ausgewertet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) oder die dazu proportionale Größe mittels eines Widerstandes (R14) ermittelt wird, der während einer Halbwelle des Stroms durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) in Serie zu der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) geschaltet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spannungsabfall an dem Widerstand (R14) mittels eines Tiefpassfilters (R15, C10) ausgewertet wird.
9. Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) mit

- einem Halbbrückenwechselrichter (T1, T2), an den ein Lastkreis (L1, C1) angeschlossen ist, in dem elektrische Anschlüsse für mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und mindestens ein Halbbrückenkondensator (C2, C3) angeordnet sind,
- einer ersten Messvorrichtung (R14, R15, D3, D4, C10) zur Messung einer ersten Spannung (U_1), die proportional zu dem Strom durch die mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ist,
- einer zweiten Messvorrichtung (R8, R9, C6; R10, R11, C7) zur Messung einer zweiten Spannung (U_3 , U_4), die proportional zu dem Spannungsabfall an dem mindesten einen Halbbrückenkondensator (C3, C2) ist,
- einer dritten Messvorrichtung (R6, R7, C5) zur Messung einer dritten Spannung (U_2), die proportional zur Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters ist, und
- einer Auswertungseinheit (MC, TR), die mit den Ausgängen der Messvorrichtungen verbunden ist und einen programmgesteuert arbeitenden Mikrocontroller (MC) umfasst,
- wobei der Mikrocontroller (MC) so programmiert ist, dass zur Überwachung des Gleichrichtereffekts in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) die erste Spannung (U_1) und der Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ausgewertet werden und in Abhängigkeit vom Ergebnis der Auswertung der Halbbrückenwechselrichter (T1, T2) gesteuert wird, indem der Gleichspannungsabfall (U_{dc1} , U_{dc2}) aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters (T1, T2) und dem Spannungsabfall an dem mindestens einen Halbbrückenkondensator (C3, C2) mittels der gemessenen zweiten Spannung (U_3 , U_4) und der gemessenen dritten Spannung (U_2) berechnet wird.

Claims

1. Method for operating at least one low-pressure discharge lamp using a half-bridge inverter (T1, T2), to which a load circuit (L1, C1) is connected, in which electrical connections for at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and at least one half-bridge capacitor (C2, C3) are arranged, during the operation of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) the occurrence of a rectifier effect in the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) being monitored in order to determine the end of its life, **characterized in that**, for the purpose of monitoring the rectifier effect of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2), the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) across the electrical connections of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and the current (I) through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) or a variable proportional thereto are evaluated by virtue of a first voltage (U_1) being measured, which is proportional to the current (I) through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2), and the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) being calculated from the difference between half the supply voltage of the half-bridge inverter (T1, T2) and the voltage drop across the at least one half-bridge capacitor (C3, C2) by means of a measured second voltage (U_3 , U_4), which is proportional to the voltage drop across the at least one half-bridge capacitor (C3, C2), and a measured third voltage (U_2), which is proportional to the supply voltage of the half-bridge inverter (T1, T2).
2. Method as claimed in Claim 1, **characterized in that** the product of the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) across the electrical connections of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and the current (I) through the at

least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) or a variable proportional thereto is compared with a predetermined power value (P_{max}).

3. Method as claimed in Claim 2, **characterized in that** the comparison is repeated cyclically during the lamp operation.

4. Method as claimed in Claim 1, **characterized in that** the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) across the electrical connections of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and the current through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) or a variable proportional thereto are determined from measured values which are supplied to a microcontroller (MC), and an evaluation is carried out in a program-controlled manner by means of the microcontroller (MC).

5. Method as claimed in one or more of Claims 2, 3 or 4, **characterized in that** a counting operation (Z1, Z2) is carried out as a function of the result of the comparison, and, in the event of a counter overflow, a status bit (S1, S2) is set or reset.

6. Method as claimed in one or more of Claims 1 to 5, **characterized in that** the values, which are determined at different points in time in the lamp operation, for the difference between a predetermined power value (P_{max}) and the product of the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) across the electrical connections of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and the current through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) or a variable proportional thereto are totaled and evaluated.

7. Method as claimed in Claim 1, **characterized in that** the current through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) or the variable proportional thereto is determined by means of a resistor (R14) which, during a half-cycle of the current through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2), is connected in series with the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2).

8. Method as claimed in Claim 7, **characterized in that** the voltage drop across the resistor (R14) is evaluated by means of a low-pass filter (R15, C10).

9. Operating device for at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) having

- a half-bridge inverter (T1, T2), to which a load circuit (L1, C1) is connected, in which electrical connections for at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) and at least one half-bridge capacitor (C2, C3) are arranged,
- a first measuring apparatus (R14, R15, D3, D4, C10) for measuring a first voltage (U1), which is proportional to the current through the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2),
- a second measuring apparatus (R8, R9, C6; R10, R11, C7) for measuring a second voltage (U3, U4), which is proportional to the voltage drop across the at least one half-bridge capacitor (C3, C2),
- a third measuring apparatus (R6, R7, C5) for measuring a third voltage (U2), which is proportional to the supply voltage of the half-bridge inverter, and
- an evaluation unit (MC, TR), which is connected to the outputs of the measuring apparatuses, and comprises a program-controlled microcontroller (MC),
- the microcontroller (MC) being programmed in such a way that, for the purpose of monitoring the rectifier effect in the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2), the first voltage (U1) and the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) across the electrical connections of the at least one low-pressure discharge lamp (FL1, FL2) are evaluated and, depending on the result of the evaluation, the half-bridge inverter (T1, T2) is controlled by virtue of the DC voltage drop (U_{dc1} , U_{dc2}) being calculated from the difference between half the supply voltage of the half-bridge inverter (T1, T2) and the voltage drop across the at least one half-bridge capacitor (C3, C2) by means of the measured second voltage (U3, U4) and the measured third voltage (U2).

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner au moins une lampe à décharge basse pression sur un onduleur en demi-pont (T1, T2), auquel est raccordé un circuit de charge (L1, C1), dans lequel sont montés des bornes électriques pour au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et au moins un condensateur en demi-pont (C2, C3), en contrôlant pendant le fonctionnement de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) l'apparition d'un effet redresseur dans la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) afin d'en déterminer la fin de durée de vie,

caractérisé en ce que

pour contrôler l'effet redresseur de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), on évalue la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) aux bornes électriques de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et le courant (I) parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), ou une grandeur qui y est proportionnelle,

en mesurant une première tension (U1) qui est proportionnelle au courant (I) parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), et

en calculant la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) à partir de la différence entre la demi-tension d'alimentation de l'onduleur en demi-pont (T1, T2) et la chute de tension au niveau du au moins un condensateur en demi-pont (C3, C2) au moyen d'une deuxième tension mesurée (U3, U4) qui est proportionnelle à la chute de tension au niveau du au moins un condensateur en demi-pont (C3, C4), et d'une troisième tension mesurée (U2) qui est proportionnelle à la tension d'alimentation de l'onduleur en demi-pont (T1, T2).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on compare le produit de la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) aux bornes électriques de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et du courant (I) parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), ou une grandeur qui y est proportionnelle, avec une valeur de puissance prescrite (P_{max}).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on répète cycliquement la comparaison pendant le fonctionnement de la lampe.

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on détermine la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) aux bornes électriques de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et le courant parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), ou une grandeur qui y est proportionnelle, à partir de valeurs mesurées qui sont envoyées à un microcontrôleur (MC), et on effectue une évaluation commandée par programme au moyen du microcontrôleur (MC).

5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'on effectue en fonction du résultat de la comparaison une opération de comptage (Z1, Z2) et dans le cas d'un dépassement du compteur on met ou on remet un bit de statut (S1, S2).

6. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on additionne et l'on évalue les valeurs, déterminées à des instants différents du fonctionnement de la lampe, pour la différence entre une valeur de puissance prescrite (P_{max}) et le produit de la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) aux bornes électriques de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et le courant parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), ou une grandeur qui y est proportionnelle.

7. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on détermine le courant parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), ou la grandeur qui y est proportionnelle, au moyen d'une résistance (R14) qui, pendant une demi-onde du courant parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), est montée en série avec la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2).

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on évalue la chute de tension au niveau de la résistance (R14) au moyen d'un filtre basse-bas (R15, C10).

9. Appareil pour faire fonctionner au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) comprenant

- un onduleur en demi-pont (T1, T2), auquel est raccordé un circuit de charge (L1, C1), dans lequel sont montées des bornes électriques pour au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) et au moins un condensateur en demi-pont (C2, C3),

- un premier dispositif de mesure (R14, R15, D3, D4, C10) pour mesurer une première tension (U1) qui est proportionnelle au courant parcourant la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2),

- un deuxième dispositif de mesure (R8, R9, C6 ; R10, R11, C7) pour mesurer une deuxième tension (U3, U4) qui est proportionnelle à la chute de tension au niveau du au moins un condensateur en demi-pont (C3, C2),

- un troisième dispositif de mesure (R6, R7, C5) pour mesurer une troisième tension (U2) qui est proportionnelle à la tension d'alimentation de l'onduleur en demi-pont, et

- une unité d'évaluation (MC, TR), qui est reliée aux sorties des dispositifs de mesure et qui comprend un microcontrôleur (MC) fonctionnant en étant commandé par programme,

EP 1 492 393 B1

- le microcontrôleur (MC) étant programmé de telle manière que, pour contrôler l'effet redresseur dans la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2), la première tension (U_1) et la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) aux bornes électriques de la au moins une lampe à décharge basse pression (FL1, FL2) sont évaluées et en fonction du résultat de l'évaluation l'onduleur en demi-pont (T1, T2) est commandé, en calculant la chute de tension continue (U_{dc1} , U_{dc2}) à partir de la différence entre la demi-tension d'alimentation de l'onduleur en demi-pont (T1, T2) et la chute de tension au niveau du au moins un condensateur en demi-pont (C3, C2) au moyen de la deuxième tension mesurée (U_3 , U_4) et de la troisième tension mesurée (U_2).

5

10

15

20

25

30

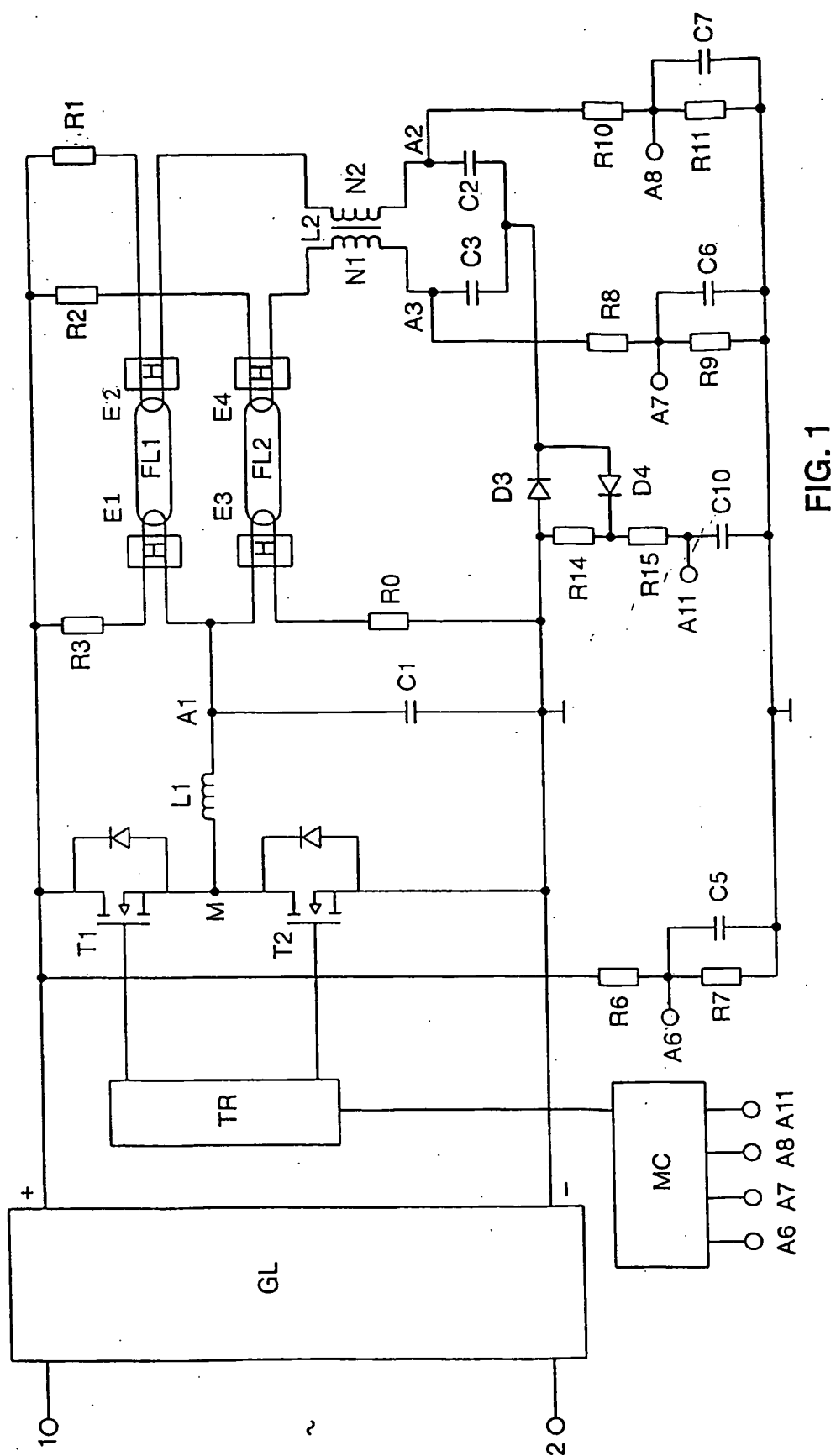
35

40

45

50

55



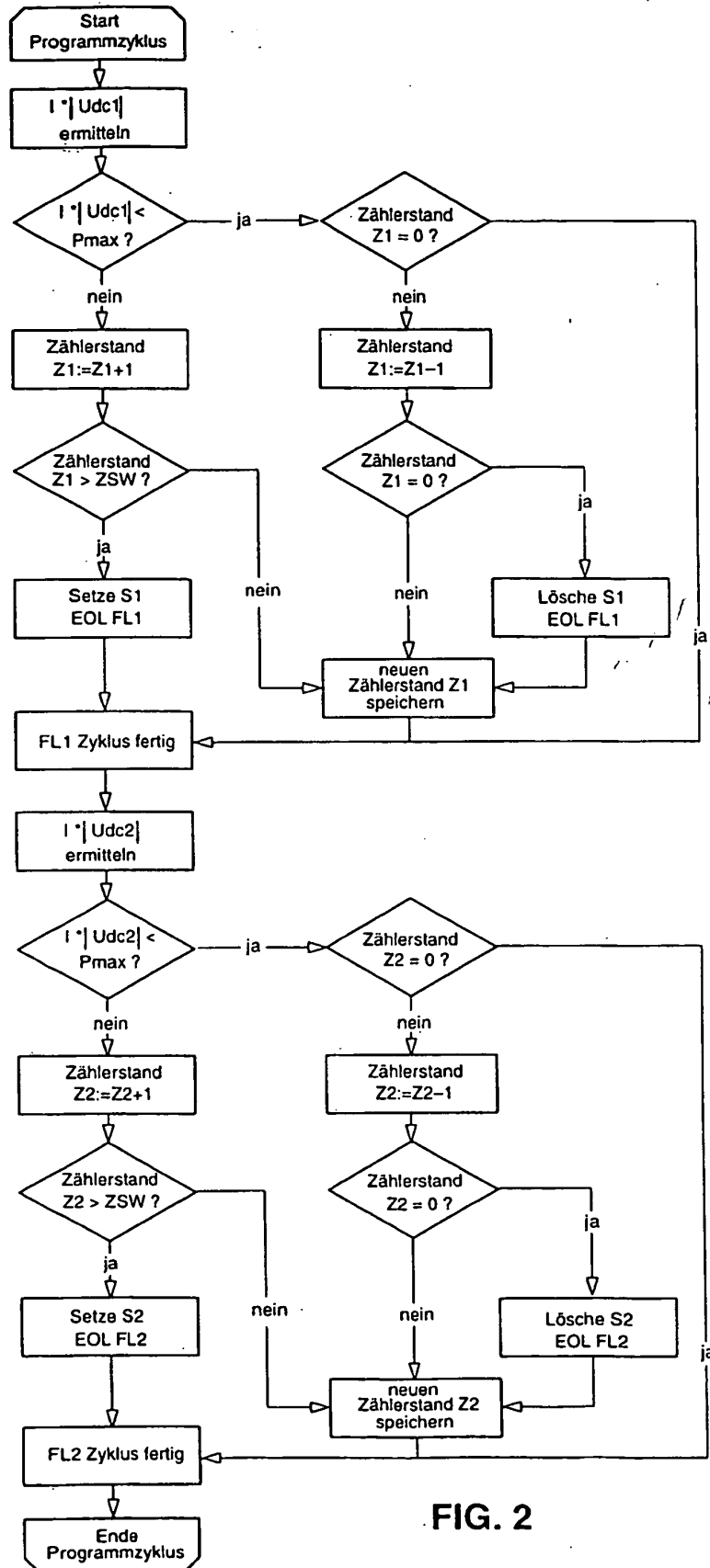


FIG. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9956506 A [0002]
- US 6232727 B1 [0003]
- EP 0748146 A1 [0015]