

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 324 643 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.03.2006 Patentblatt 2006/13**

(51) Int Cl.:  
**H05B 41/285<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **02025345.6**

(22) Anmeldetag: **13.11.2002**

(54) **Elektronisches Vorschaltgerät mit Strombegrenzung bei Leistungsregelung**

Electronic ballast with over temperature protection

Ballast électronique avec protection en température

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

(30) Priorität: **27.12.2001 DE 10164242**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.07.2003 Patentblatt 2003/27**

(73) Patentinhaber: **TridonicAtco GmbH & Co. KG  
6850 Dornbirn (AT)**

(72) Erfinder: **Zudrell-Koch, Stefan  
6850 Dornbirn (AT)**

(74) Vertreter: **Rupp, Christian et al  
Mitscherlich & Partner,  
Patent- und Rechtsanwälte,  
Postfach 33 06 09  
80066 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 391 383 DE-A- 3 943 350  
DE-A- 10 013 041 DE-A- 19 536 142**

**EP 1 324 643 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein leistungsgeregeltes elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Gasentladungslampe.

**[0002]** Moderne Vorschaltgeräte zum Betreiben von Gasentladungslampen, insbesondere von Leuchtstoffröhren, sind oftmals leistungsgeregelt. Bei dieser Regelungsart wird die dem Wechselrichter zugeführte Zwischenkreisspannung im wesentlichen konstant gehalten, während der über den Wechselrichter fließende Strom durch Veränderung der Betriebsfrequenz geregelt wird. Dies erfolgt beispielsweise durch einen in der Halbbrücke des Wechselrichters vorgesehenen Shunt-Widerstand, wobei die über diesen Shunt-Widerstand abfallende Spannung als Istwert für den Halbbrücken-Strom einer Steuer- oder Regelschaltung zugeführt wird. Die Steuer- oder Regelschaltung stellt die Betriebsfrequenz des Wechselrichters so ein, dass der mittlere Strom über den Shunt-Widerstand bzw. die dazu proportionale mittlere Spannung über diesem konstant bleiben. Mit der konstant gehaltenen Zwischenkreisspannung und dem auf diese Weise auf einen konstanten Wert geregelten Strom wird der Lampe stets die gleiche Leistung zugeführt.

**[0003]** Leuchtstoffröhren haben eine negative Kennlinie, wenn man ihre Spannung in Abhängigkeit vom Strom darstellt. Das bedeutet, dass bei einer bestimmten Temperatur  $T_1$  mit steigendem Lampenstrom  $I_{LA}$  die Lampenspannung  $U_{LA}$  abfällt, wie dies beispielsweise bei der in Figur 2 dargestellten Kennlinie  $U_{LA,T_1}$  der Fall ist. Trägt man in das gleiche Diagramm die Abhängigkeit zwischen Strom und Spannung bei einer bestimmten Leistung ein, so ergibt sich - da die Leistung das Produkt aus Strom und Spannung ist - die ebenfalls in Figur 2 dargestellte Hyperbel  $P$ . Wird die Lampe nun auf eine bestimmte Leistung geregelt, so stellt sich auf der Kennlinie der Lampe ein Arbeitspunkt ein, der dem Schnittpunkt zwischen der Kennlinie und der Leistungs-Hyperbel entspricht. Bei dem in Figur 2 dargestellten Beispiel, bei dem die Leistung  $P$  eingestellt werden soll, ergibt sich beispielsweise bei der Temperatur  $T_1$  derjenige Arbeitspunkt, der dem Lampenstrom  $I_{T_1}$  entspricht. Üblicherweise sind die Lampen derart ausgelegt, dass der Arbeitspunkt bei einer bestimmten Temperatur optimal ist. Das bedeutet, dass eine optimale Lichtausbeute gewährleistet ist, wenn die Lampe bei einer bestimmten Temperatur, die typischerweise im Bereich zwischen  $30^\circ$  und  $40^\circ\text{C}$  liegt, betrieben wird.

**[0004]** Gegenüber dem zuvor geschilderten Idealfall bei normaler Betriebstemperatur kann allerdings die Situation eintreten, dass die Temperatur, bei der die Lampe tatsächlich betrieben wird, deutlich höher ist. Dies könnte beispielsweise in Fabrikgebäuden mit einer hohen Wärmeentwicklung der Fall sein. Durch die Erhöhung der Temperatur ergibt sich allerdings eine neue Kennlinie für die Lampe und damit auch ein neuer Arbeitspunkt. Bei dem in Figur 2 dargestellten Beispiel ergibt sich beispiels-

weise bei der höheren Temperatur  $T_2$  die neue Kennlinie  $U_{LA,T_2}$  und es stellt sich ein neuer Arbeitspunkt ein, der dem erhöhten Lampenstrom  $I_{T_2}$  entspricht. Dieser neue Arbeitspunkt wird im Rahmen der eingangs beschriebenen Leistungsregelung durch eine Reduzierung der Betriebsfrequenz für den Wechselrichters erreicht.

**[0005]** Durch den Wechsel auf den neuen Arbeitspunkt bei einer Erhöhung der Betriebstemperatur wird zwar erreicht, dass die der Lampe zugeführte Leistung konstant bleibt, gleichzeitig erhöht sich jedoch aufgrund des höheren Stromes die Verlustleistung und die Lichtausbeute der Lampe wird reduziert. Wird die Betriebsfrequenz gegenüber der Frequenz bei Normaltemperatur deutlich reduziert, besteht sogar die Gefahr, dass der Strom in Bereiche ansteigt, in denen das Gerät selbst gefährdet ist.

**[0006]** Um deshalb zu verhindern, dass der Strom aufgrund eines Temperaturanstiegs gefährliche Größenordnungen annimmt, wird üblicherweise der Frequenzbereich, innerhalb dem der Lampenstrom geregelt werden darf, nach unten begrenzt. Praktisch wird dabei eine Stoppfrequenz festgelegt, die nicht unterschritten werden darf. Wird die Stoppfrequenz erreicht, wirkt das Vorschaltgerät ab diesem Zeitpunkt wie eine Konstant-Stromquelle und nicht mehr wie eine Konstant-Leistungsquelle. Dies hat zur Folge, dass der der Stoppfrequenz entsprechende maximale Strom nicht überschritten werden kann und demzufolge eine Zerstörung oder Beschädigung einiger oder aller Komponenten des Vorschaltgeräts verhindert wird.

**[0007]** Das Festlegen der Stoppfrequenz ist allerdings ebenfalls problematisch, da hierbei mehrere Faktoren berücksichtigt werden müssen. Auf der einen Seite ist eine möglichst hohe Stoppfrequenz wünschenswert, da die zuvor beschriebene Sicherungsfunktion nicht zu spät und damit bei zu hohen Strömen einsetzen darf. Wird die Lampe beispielsweise bei Normaltemperatur mit einer Frequenz von etwa 45 kHz betrieben, so sollte beispielsweise eine Stoppfrequenz von ca. 41 kHz gewählt werden.

**[0008]** Auf der anderen Seite ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Betriebsfrequenz bei Normaltemperatur aufgrund der Tatsache, dass die verschiedenen Elemente des elektronischen Vorschaltgerätes toleranzbehaftet sind, um den Idealwert von beispielsweise 45 kHz schwanken kann. Sollen alle Geräte bei Normaltemperatur bei einer bestimmten Leistung betrieben werden, so wird jedes Vorschaltgerät eine etwas andere Betriebsfrequenz aufweisen, wie dies beispielsweise in Figur 3 dargestellt ist. Die in Figur 3 dargestellte Kurve I zeigt, dass die tatsächliche Betriebsfrequenz aller Vorschaltgeräte um die optimale Frequenz  $f_{nm}$  von 45 kHz verteilt ist und in etwa zwischen 43 und 47 kHz liegt. Im gleicher Weise ist auch die Stoppfrequenz  $f_{stop}$  um einen Idealwert verteilt, wie dies die Kurve II darstellt. Der Grund hierfür liegt wiederum in gewissen Toleranzen der für die Festlegung der Stoppfrequenz verantwortlichen Bauelemente.

**[0009]** Es kann nun der Fall eintreten, dass die bei Normaltemperatur vorliegende Betriebsfrequenz bereits unterhalb der Stoppfrequenz liegt. Dies ist bei dem in Figur 3 schraffiert dargestellten Bereich F der Fall, in dem die Kurven für die Betriebsfrequenz (I) bei Normaltemperatur und die Stoppfrequenz (II) überlappen. Alle Vorschaltgeräte, die in diesen schraffierten Bereich fallen, ermöglichen keinen ordnungsgemäßen Lampenbetrieb und sind dementsprechend als Ausschuss zu betrachten. Um diesen Anteil solcher fehlerhaften Vorschaltgeräte gering zu halten, ist daher eine möglichst niedrige Stoppfrequenz wünschenswert, was allerdings im Widerspruch zu der oben genannten Präferenz für eine möglichst hohe Stoppfrequenz steht.

**[0010]** Das zuvor beschriebene Problem könnte dadurch vermieden werden, dass unmittelbar nach der Herstellung für jedes Gerät ein Abgleich durchgeführt wird, in dem eine für die jeweilige Betriebsfrequenz geeignete Stoppfrequenz individuell festgelegt wird. Bei elektronischen Vorschaltgeräten, die ein Dimmen der Lampe ermöglichen, wird ein derartiger Abgleich ohnehin durchgeführt, so dass hierdurch kein zusätzlicher Arbeitsaufwand entsteht. Bei nicht-dimmbaren Geräten ist allerdings ein derartiger Abgleich nicht unbedingt notwendig, so dass eine individuelle Festlegung der Stoppfrequenz zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeutet, durch den die Herstellungskosten erhöht werden.

**[0011]** Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Vorschaltgerät anzugeben, bei dem auf der einen Seite ein frühzeitiges und zuverlässiges Einsetzen der Strombegrenzung ermöglicht wird und bei dem auf der anderen Seite sichergestellt ist, dass die Stoppfrequenz im Ausgangszustand in jedem Fall unterhalb der Betriebsfrequenz liegt.

**[0012]** Die Aufgabe wird durch ein elektronisches Vorschaltgerät, welches die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass die Stoppfrequenz temperaturabhängig ist und - ausgehend von einer Basis-Stoppfrequenz - mit steigender Temperatur ansteigt. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, eine entsprechend niedrige Basis-Stoppfrequenz zu wählen, die weit genug unterhalb der Betriebsfrequenz liegt, so dass in jedem Fall ein ordnungsgemäßer Lampenstart gewährleistet ist. Ausgehend von der Basis-Stoppfrequenz steigt dann die Stoppfrequenz mit steigender Temperatur an, so dass bei höheren Temperaturen rechtzeitig eine Strombegrenzung einsetzt, die eine Beschädigung des Vorschaltgerätes vermeidet. Ein Abgleich des Vorschaltgerätes nach seiner Herstellung ist damit nicht mehr notwendig, weshalb die Erfindung insbesondere bei nicht-dimmbaren Vorschaltgeräten zu einer Reduzierung der Herstellungskosten beiträgt.

**[0013]** Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. So erfolgt die Leistungsregelung vorzugsweise dadurch, dass eine Steuer- oder Regelschaltung die über einen am Fußpunkt der Halbbrücke angeordneten Widerstand abfallende Spannung erfasst, diesen Istwert des Halbbrückenstroms mit einem

Referenzwert vergleicht und anhand des Vergleichsergebnisses eine Betriebsfrequenz für den Wechselrichter bestimmt. Das Ansteigen der Stoppfrequenz mit steigender Temperatur kann auf einfache und elegante Weise dadurch erreicht werden, dass die Steuer- oder Regelschaltung die Steuersignale für den Wechselrichter aus einer Grundfrequenz ableitet, wobei diese Grundfrequenz mit steigender Temperatur ansteigt. Hierbei bleibt die Stoppfrequenz, welche die Steuer- oder Regelschaltung intern bei der Ermittlung der Frequenz für den Wechselrichter berücksichtigt, unverändert, während die effektiv an dem Wechselrichter eingestellte Minimal-Frequenz dennoch ansteigt. Alternativ dazu besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass die Steuer- oder Regelschaltung die aktuell vorliegende Temperatur bestimmt - beispielsweise durch Messen einer temperaturabhängigen Referenzspannung - und dann auf Basis dieser Temperaturinformation eine Stoppfrequenz ermittelt, die erfindungsgemäß mit steigender Temperatur ansteigt.

**[0014]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes besteht darin, die Steuer- oder Regelschaltung für den Wechselrichter digital auszubilden. Dies wird dadurch erreicht, dass innerhalb der Steuer- oder Regelschaltung ein Analog/Digital-Wandler vorgesehen ist, der den von der Steuer- oder Regelschaltung erfassten Betriebsparameter in einen aus mindestens 2 bit bestehenden Digitalwert umsetzt. Auf Basis dieses Digitalwerts wird anschließend in einem digitalen Rechenblock eine Betriebsfrequenz zum Betreiben des Wechselrichters berechnet und mit Hilfe einer Treiberschaltung in entsprechende Steuersignale für die Schaltelemente des Wechselrichters umgesetzt. Diese Lösung ermöglicht eine weitgehende Integration der Steuerelemente des Vorschaltgerätes. Gleichzeitig wird durch die Umsetzung der analog gemessenen Betriebsparameter in Digitalwerte mit einer hohen Genauigkeit eine große Stabilität bei der Regelung der Lampenleistung ermöglicht. Diese digitale Ausgestaltung kann beispielsweise auch auf den Regelkreis für die Glättungsschaltung erweitert werden.

**[0015]** Die Basis-Stoppfrequenz für das Vorschaltgerät kann durch einen an die Steuer- oder Regelschaltung anschließbaren Referenz-Widerstand vorgegeben werden, dessen Größe über einen in der Steuer- oder Regelschaltung vorgesehenen Analog/Digital-Wandler ermittelt wird, der nach dem Anschluss einer internen Stromquelle, die über diesen Referenz-Widerstand abfallende Spannung in einen ebenfalls aus mindestens 2 bit bestehenden Digitalwert umsetzt. Sind auch die Regelkreise für den Wechselrichter und die Zwischenkreispannung in der zuvor beschriebenen Weise digital ausgebildet, so kann eine weitere Reduzierung der Bauelemente dadurch erreicht werden, dass in Steuer- oder Regelschaltung zum Umsetzen der erfassten Betriebsparameter und der über den Referenz-Widerstand abfallenden Spannung lediglich ein einziger Analog/Digital-Wandler vorgesehen ist, der im Zeitmultiplex arbeitet. Vorzugsweise weisen die von dem bzw. den Analog/Di-

gital-Wandler umgesetzten Digitalwerte eine Genauigkeit von 12 bit auf.

**[0016]** Im folgenden soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Vorschaltgeräts;

Fig.2 die Kennlinien einer Leuchtstofflampe bei zwei verschiedenen Temperaturen;

Fig. 3 eine Grafik zur Verdeutlichung der Schwierigkeiten bei der Festlegung der Stopffrequenz; und

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Vorschaltgeräts.

**[0017]** Das in Figur 1 dargestellte elektronische Vorschaltgerät ist eingangsseitig über ein Hochfrequenzfilter 1 an die Netzversorgungsspannung  $U_0$  angeschlossen. Am Ausgang des Hochfrequenzfilters 1 befindet sich eine Gleichrichterschaltung 2 in Form eines Vollbrückengleichrichters, welche die Netzversorgungsspannung  $U_0$  in eine gleichgerichtete Eingangsspannung für die Glättungsschaltung 3 umsetzt. Die Glättungsschaltung 3 dient zur Oberwellenfilterung und Glättung der gleichgerichteten Eingangsspannung und umfasst einen Glättungskondensator C1 sowie einen Induktivität L1, einen steuerbaren Schalter in Form eines MOS-Feldeffekttransistors S1 und eine Diode D1 aufweisenden Hochsetzsteller. Anstelle des hier dargestellten Hochsetzstellers können auch andere bekannte Glättungsschaltungen verwendet werden.

**[0018]** Durch ein entsprechendes Schalten des MOS-Feldeffekttransistors S1 wird eine über den sich an die Glättungsschaltung 3 anschließenden Speicherkondensator C2 anliegende Zwischenkreisspannung  $U_z$  erzeugt, die dem Wechselrichter 4 zugeführt wird. Dieser Wechselrichter 4 besteht aus zwei in einer Halbbrückenanordnung angeordneten MOS-Feldeffekttransistoren S2 und S3. Durch ein alternierendes hochfrequentes Ansteuern der beiden Feldeffekttransistoren S2, S3 wird am Mittelpunkt der Halbbrücke eine Wechselspannung erzeugt, die dem Lastkreis 5 mit der daran angeschlossenen Gasentladungslampe LA zugeführt wird. Bei der Gasentladungslampe LA handelt es sich insbesondere um eine Leuchtstoffröhre.

**[0019]** Das Ansteuern der drei MOS-Feldeffekttransistoren S1-S3 der Glättungsschaltung 3 und des Wechselrichters 4 erfolgt durch eine Steuer- oder Regelschaltung 6, die entsprechende Steuerinformationen erzeugt und an eine Treiberschaltung 7 übermittelt, die diese Steuerinformationen in entsprechende Steuersignale für die Gates der drei MOS-Feldeffekttransistoren S1-S3 umsetzt. Die Steuerinformationen werden dabei anhand von Betriebsparametern, die der Glättungsschaltung und

dem Wechselrichter 4 bzw. dem Lastkreis 5 entnommen werden, ermittelt. Dabei wird zum einen die über den Speicherkondensator C2 abfallende Zwischenkreisspannung  $U_z$  bestimmt, zum anderen wird über einen am Fußpunkt der Halbbrücke des Wechselrichters 4 angeordneten Shunt-Widerstand R1 die über diesen Widerstand R1 abfallende Spannung bzw. der mittlere Halbbrückenstrom und damit letztendlich die der Lampe LA zugeführte Leistung bestimmt.

**[0020]** Innerhalb der Steuer- oder Regelschaltung 6 werden zwei Regelkreise gebildet, einer für die Zwischenkreisspannung  $U_z$  und einer für die Lampenleistung. Die Zwischenkreisspannung  $U_z$  wird dabei von einem ersten Analog/Digital-Wandler ADC1 in einen digitalen Wert umgesetzt, der einem ersten digitalen Rechenblock 8 zugeführt wird. Dieser Rechenblock 8 berechnet anhand des von dem Analog/Digital-Wandlers ADC1 erhaltenen Istwerts der Zwischenkreisspannung  $U_z$  eine geeignete Schaltfrequenz für den MOS-Feldeffekttransistor S1 des Hochsetzstellers. Diese Frequenz wird an die Treiberschaltung 7 übermittelt, die das Gate des Transistors S1 dementsprechend ansteuert. Auf diese Weise wird die Zwischenkreisspannung  $U_z$  auf einem bestimmten Wert konstant gehalten.

**[0021]** Die über den Shunt-Widerstand R1 am Fußpunkt der Halbbrücke abfallende Spannung wird von einem zweiten Analog/Digital-Wandler ADC2 umgesetzt und einem Vergleichsblock 9 zugeführt. Dieser - ebenfalls digital arbeitende - Vergleichsblock 9 vergleicht den aktuellen Istwert der Lampenleistung mit einem vorgegebenen Referenzwert  $P_{ref}$  und bestimmt anhand des Vergleichsergebnisses, ob die Frequenz des Wechselrichters 4 erhöht oder reduziert werden muss, um die Lampe LA mit der gewünschten Leistung zu betreiben. Diese Information wird über einen später noch näher beschriebenen Logikblock 10 an einen Ausgabeblock 11 übermittelt, der entsprechende Steuerinformationen an die Treiberschaltung 7 abgibt, die wiederum die beiden MOS-Feldeffekttransistoren S2 und S3 des Wechselrichters 4 ansteuert. Auf diese Weise wird die Betriebsfrequenz des Wechselrichters 4 derart eingestellt, dass die Lampe LA bei der gewünschten Leistung betrieben wird.

**[0022]** Wie eingangs bereits erläutert wurde, soll die Frequenz des Wechselrichters 4 einen bestimmten Minimalwert nicht unterschreiten, um zu hohe Ströme in dem Vorschaltgerät und der Lampe LA zu vermeiden. Diese Stopffrequenz wird durch einen externen Referenz-Widerstand R2 bestimmt, der an die Steuer- oder Regelschaltung 6 angeschlossen wird. Die Höhe des Widerstands R2 ist ein Maß für die Stopffrequenz  $f_{stop}$ . Sie wird dadurch bestimmt, dass der Anschluss des Widerstands R2 mit einer in der Steuer- oder Regelschaltung 6 vorgesehenen internen Stromquelle  $I_s$  über einen Schalter S4 verbunden wird. Die daraufhin über den Widerstand R2 abfallende Spannung wird von einem dritten Analog/Digital-Wandler ADC3 umgesetzt.

**[0023]** Um die gewünschte Strombegrenzung zu erreichen, wurde in den digitalen Regelkreis für die Lam-

penleistung der Logikblock 10 eingefügt, dem zum einen das von dem Vergleichsblock 9 zugeführte Ergebnis und zum anderen der von dem dritten Analog/Digital-Wandler ADC3 ermittelte Wert, der ein Maß für die Stoppfrequenz ist, zugeführt werden. Der Logikblock 9 ermittelt nun, ob die von dem Vergleichsblock 9 ermittelte Betriebsfrequenz  $f_{run}$  oberhalb oder unterhalb der Stoppfrequenz  $f_{stop}$  liegt. Liegt die Betriebsfrequenz  $f_{run}$  oberhalb der Stoppfrequenz  $f_{stop}$ , so wird sie unverändert an den Ausgabeblock 11 übermittelt, der mit Hilfe der Treiberschaltung 7 den Wechselrichter 4 ansteuert. In diesem Fall beeinflusst somit die Stoppfrequenz  $f_{stop}$  den Regelvorgang für die Lampenleistung nicht.

**[0024]** Liegt allerdings die von dem Vergleichsblock 9 zum Einstellen der gewünschten Lampenleistung ermittelte Betriebsfrequenz  $f_{run}$  unterhalb der Stoppfrequenz  $f_{stop}$ , so wird anstelle dieser Betriebsfrequenz  $f_{run}$  die Stoppfrequenz  $f_{stop}$  an den Ausgabeblock 11 übermittelt. In diesem Fall gibt die Stoppfrequenz  $f_{stop}$  den maximalen Strom vor, bei dem die Lampe LA betrieben wird. Der Regelkreis wechselt nunmehr in einen Zustand über, in dem das Vorschaltgerät eine Konstantstromquelle für die Lampe LA darstellt, wodurch das Auftreten von zu hohen Strömen und eine Beschädigung des Vorschaltgeräts vermieden wird.

**[0025]** Wie zuvor erwähnt wurde, wird der Referenz-Widerstand R2 derart ausgelegt, dass die durch ihn vorgegebene Stoppfrequenz  $f_{stop}$  ausreichend unterhalb der bei normalen Betriebstemperaturen für die gewünschte Lampenleistung notwendigen Betriebsfrequenz  $f_{run}$  liegt. Hierdurch wird sichergestellt, dass in jedem Fall ein regulärer Lampenstart durchgeführt werden kann und die Strombegrenzung nicht bereits bei Betriebsbeginn einsetzt.

**[0026]** Erst bei einem Anstieg der Temperatur der Lampe LA oder des Vorschaltgeräts soll die Stoppfrequenz  $f_{stop}$  angehoben werden, um ein rechtzeitiges Einsetzen der Strombegrenzung zu ermöglichen. Dies wird dadurch erreicht, dass der in der Steuer- oder Regelschaltung 6 vorgesehene zentrale Taktgeber 12 temperaturabhängig ausgebildet wird. Dieser Taktgeber 12 übermittelt an sämtliche Komponenten der Steuer- oder Regelschaltung 6 ein Taktsignal um ein synchrones Arbeiten der verschiedenen Einheiten zu ermöglichen. Insbesondere wird dieses Taktsignal auch an den Ausgabeblock 11 des Regelkreises für die Lampenleistung übermittelt; der dieses Taktsignal auch dazu verwendet, den von dem Logikblock 10 erhaltenen Frequenzwert, der in digitaler Form vorliegt, in entsprechende hochfrequente Steuersignale für die Treiberschaltung 7 umzusetzen. Da der Taktgeber 12 temperaturabhängig arbeitet gilt für die Frequenz  $f_{basis}$  des von ihm an alle Komponenten der Steuer- oder Regelschaltung 6 übermittelten Taktsignals:

$$f_{basis} = f_{basis,0} - TK \times (T - T_0)$$

**[0027]** Die Frequenz  $f_{basis,0}$  stellt dabei die Frequenz des von dem Taktgeber 12 erzeugten Taktsignals bei Normaltemperatur  $T_0$  dar. Da die Frequenz  $f_{basis}$  des Taktsignals zugleich die Grundfrequenz darstellt, aus der der Ausgabeblock 11 die Steuersignale für die Treiberschaltung 7 ableitet, gilt die gleiche Temperaturabhängigkeit auch für die von der Steuer- oder Regelschaltung 6 an die Treiberschaltung 7 übermittelten Signale. Insbesondere bedeutet dies, dass für den Fall, dass von dem Logikblock 10 die von dem Analog/Digital-Wandler ADC3 erhaltene Stoppfrequenz an den Ausgabeblock 11 übermittelt wird, für die Stoppfrequenz gilt:

$$f_{stop} = f_{stop,0} - TK \times (T - T_0)$$

**[0028]** Die Temperaturabhängigkeit des Taktgebers 12 hat somit zur Folge, dass die tatsächlich verwendete Stoppfrequenz mit steigender Temperatur ansteigt.

**[0029]** Die hier dargestellte Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass der Anstieg der Stoppfrequenz auf besonders einfache und elegante Weise erreicht wird. Das temperaturabhängige Verhalten des Taktgebers 12 kann ohne größeren Aufwand erreicht werden. Selbstverständlich besteht allerdings auch die Möglichkeit, andere Maßnahmen zu treffen, die einen Anstieg der Stoppfrequenz bei steigender Temperatur gewährleisten.

**[0030]** Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Taktgeber 12 beispielsweise temperaturstabil ausgebildet, so dass er eine von der Temperatur unabhängige Basisfrequenz liefert. Zusätzlich ist nun allerdings ein weiterer Analog/Digital-Wandler ADC4 vorgesehen, der eine bewusst temperaturabhängig gestaltete interne Referenzspannung  $V_{ref}$  misst und die dabei erhaltene Temperaturinformation dem Logikblock 10 zugeführt. Dieser bestimmt anhand dieser Temperaturinformation eine geeignete Stoppfrequenz und berücksichtigt diese in der oben beschriebenen Weise bei der Übermittlung der von dem Vergleichsblock 9 ermittelten Betriebsfrequenz an den Ausgabeblock 11. Erfindungsgemäß steigt dabei die von dem Logikblock 10 auf Basis der Temperaturinformation bestimmte Stoppfrequenz mit steigender Temperatur an.

**[0031]** Die in den vorliegenden Ausführungsbeispielen dargestellte digitale Ausgestaltung der Steuer- oder Regelschaltung 6 ermöglicht in vorteilhafter Weise eine weitgehende Integration der gesamten Schaltung. Die Integration kann weiter dadurch erhöht werden, dass lediglich ein einziger Analog/Digital-Wandler verwendet wird, der zum Umsetzen der verschiedenen Eingangssignale im Zeitmultiplex arbeitet. Der bzw. die Analog/Digital-Wandler bilden dabei vorzugsweise Digitalwerte mit einer Genauigkeit von 12 bit, so dass eine sehr präzise Regelung der Zwischenkreisspannung und der Lampenleistung erhalten wird. Insbesondere besteht auch die Möglichkeit, die Schaltung als sogenannte anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific In-

egrated Circuit - ASIC) auszubilden.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Lösung gewährleistet somit einen zuverlässigen Betrieb des elektronischen Vorschaltgerätes, bei dem sichergestellt ist, dass die gewünschte Strombegrenzung zum Vermeiden von Schäden rechtzeitig eintritt. Darüber hinaus werden die Herstellungskosten für das Vorschaltgerät reduziert, da für die Realisierung einer zuverlässig funktionierenden Strombegrenzung kein zusätzlicher Abgleich bei der Herstellung notwendig ist.

### Patentansprüche

1. Elektronisches Vorschaltgerät für mindestens eine Gasentladungslampe (LA), vorzugsweise für eine Leuchtstoffröhre, mit einer an eine Versorgungsstromspannungsquelle anschließbaren Gleichrichterschaltung (2), einer an den Ausgang der Gleichrichterschaltung (2) angeschlossenen Glättungsschaltung (3) zum Erzeugen einer Zwischenkreisspannung ( $U_z$ ) und einem mit der Zwischenkreisspannung ( $U_z$ ) gespeisten Wechselrichter (4), an dessen Ausgang ein Anschlüsse für die Lampe (LA) enthaltender Lastkreis (5) angeschlossen ist, sowie mit einer Steuer- oder Regelschaltung (6), welche einen der Leistung der Lampe (LA) entsprechenden Betriebsparameter des Wechselrichters (4) oder des Lastkreises (5) erfasst und in Abhängigkeit von dem erfassten Betriebsparameter die Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) des Wechselrichters (4) verändert, wobei die Variation der Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) nach unten durch eine Stopfrequenz ( $f_{stop}$ ) begrenzt ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Stopfrequenz ( $f_{stop}$ ) temperaturabhängig ist und, ausgehend von einer Basis-Stopfrequenz ( $f_{stop,0}$ ), mit steigender Temperatur ansteigt.
2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Wechselrichter (4) durch zwei in einer Halbbrückenordnung angeordnete steuerbare Schaltelemente (S2, S3) gebildet wird und die Steuer- oder Regelschaltung (6) den über die Halbbrücke fließenden Strom erfasst.
3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) die über einen am Fußpunkt der Halbbrücke angeordneten Widerstand (R1) abfallende Spannung erfasst.
4. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) die Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) für den Wechselrichter (4) auf

Grundlage eines Vergleichs des erfassten Betriebsparameters mit einem Referenzwert bestimmt.

5. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) zunächst in Abhängigkeit von dem erfassten Betriebsparameter eine Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) für den Wechselrichter (4) ermittelt, anschließend die ermittelte Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) mit der Stopfrequenz ( $f_{stop}$ ) vergleicht und den Wechselrichter (4) in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis entweder mit der ermittelten Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) oder der Stopfrequenz ( $f_{stop}$ ) ansteuert.
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) die Steuersignale für den Wechselrichter (4) aus einer Grundfrequenz ( $f_{basis}$ ) ableitet, wobei die Grundfrequenz ( $f_{basis}$ ) mit steigender Temperatur ansteigt.
7. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) die aktuell vorliegende Temperatur bestimmt und auf Basis der erhaltenen Temperaturinformation die Stopfrequenz ( $f_{stop}$ ) festlegt.
8. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) zum Bestimmen der Temperatur eine temperaturabhängige Referenzspannung ( $V_{ref}$ ) erfasst.
9. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung einen Analog/Digital-Wandler (ADC2) zum Umsetzen des erfassten Betriebsparameters in einen aus mindestens 2 bit bestehenden Digitalwert aufweist, auf Basis dieses Digitalwerts in einem digitalen Rechenblock (8) eine Betriebsfrequenz ( $f_{run}$ ) zum Betreiben des Wechselrichters (4) berechnet und an eine Treiberschaltung (7) übermittelt, welche diese Schaltinformation in entsprechende Steuersignale zum Ansteuern des Wechselrichters (4) umsetzt.
10. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Glättungsschaltung (3) durch einen Schaltregler gebildet wird und die Steuer- oder Regelschaltung (6) mindestens einen Betriebsparameter ( $U_z$ ) der Glättungsschaltung (3) erfasst und einen steu-

erbaren Schalter (S1) des Schaltreglers in Abhängigkeit von dem Wert des erfassten Betriebsparameters ( $U_z$ ) ansteuert, wobei die Steuer- oder Regelschaltung (6) mindestens einen weiteren Analog/Digital-Wandler (ADC1) zum Umsetzen des erfassten Betriebsparameters ( $U_z$ ) in einen aus mindestens 2 bit bestehenden Digitalwert aufweist, und wobei die Steuer- oder Regelschaltung (6) auf Basis dieses Digitalwerts in einem digitalen Rechenblock (7) eine Schaltinformation zum Betreiben des steuerbaren Schalters (S1) des Schaltreglers berechnet und an die Treiberschaltung (7) übermittelt, die diese Schaltinformation in ein entsprechendes Steuersignal zum Ansteuern des Schalters (S1) umsetzt.

11. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9 oder 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Basis-Stopfrequenz ( $f_{stop,0}$ ) durch einen an die Steuer- oder Regelschaltung (6) anschließbaren Referenz-Widerstand (R2) vorgebar ist, dessen Größe über einen in der Steuer- oder Regelschaltung (6) vorgesehenen Analog/Digital-Wandler (ADC3) ermittelt wird, der nach dem Anschluss einer internen Stromquelle ( $I_s$ ) die über den Referenz-Widerstand (R2) abfallende Spannung in einen aus mindestens 2 bit bestehenden Digitalwert umsetzt.
12. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) zum Umsetzen der erfassten Betriebsparameter und der über den Referenz-Widerstand (R2) abfallenden Spannung einen einzigen im Zeitmultiplex arbeitenden Analog/Digital-Wandler aufweist.
13. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Steuer- oder Regelschaltung (6) als anwendungsspezifische integrierte Schaltung ausgebildet ist.

## Claims

1. Electronic ballast for at least one gas discharge lamp (LA), preferably for a fluorescent tube, having a rectifier circuit (2) connectable to a supply voltage source, a smoothing circuit (3) connected to the output of the rectifier circuit (2) for generating an intermediate circuit voltage ( $U_z$ ) and an inverter (4), fed with the intermediate circuit voltage ( $U_z$ ), to the output of which a terminal for the load circuit (5) containing the lamp (LA) is connected,

and having a control or regulation circuit (6) which detects an operating parameter of the inverter (4) or of the load circuit (5) which corresponds to the power of the lamp (LA) and in dependence upon detected operating parameter varies the operating frequency ( $f_{run}$ ) of the inverter (4), wherein the variation of the operating frequency ( $f_{run}$ ) is bounded downwardly by means of a stop frequency ( $f_{stop}$ ),

**characterized in that,**

the stop frequency ( $f_{stop}$ ) is temperature dependent and, starting from a basis stop frequency ( $f_{stop,0}$ ), increases with increasing temperature.

2. Electronic ballast according to claim 1,  
**characterized in that,**  
the inverter (4) is formed by means of two controllable switch elements (S2, S3) arranged in a half-bridge arrangement, and the control or regulation circuit (6) detects the current flowing via the half-bridge.
3. Electronic ballast according to claim 2,  
**characterized in that,**  
the control or regulation circuit (6) detects the voltage dropping via a resistance (R1) arranged at the foot point of the half-bridge.
4. Electronic ballast according to any preceding claim,  
**characterized in that,**  
the control or regulation circuit (6) determines the operating frequency ( $f_{run}$ ) for the inverter (4) on the basis of a comparison of the detected operating parameter with a reference value.
5. Electronic ballast according to any preceding claim,  
**characterized in that,**  
the control or regulation circuit (6) initially determines, in dependence upon the detected operating parameter, an operating frequency ( $f_{run}$ ) for the inverter (4), then compares the determined operating frequency ( $f_{run}$ ) with the stop frequency ( $f_{stop}$ ) and controls the inverter (4) in dependence upon the comparison result either with the determined operating frequency ( $f_{run}$ ) or the stop frequency ( $f_{stop}$ ).
6. Electronic ballast according to any preceding claim,  
**characterized in that,**  
the control or regulation circuit (6) derives the control signals for the inverter (4) from a base frequency ( $f_{basis}$ ), wherein the base frequency ( $f_{basis}$ ) increases with increasing temperature.
7. Electronic ballast according to any of claims 1 to 5,  
**characterized in that,**  
the control or regulation circuit (6) determines the temperature currently prevailing and on the basis of the obtained temperature information determines the stop frequency ( $f_{stop}$ ).

8. Electronic ballast according to claim 7, **characterized in that**,  
for determining the temperature, the control and regulation circuit (6) detects a temperature dependent reference voltage ( $V_{ref}$ ).
9. Electronic ballast according to any preceding claim, **characterized in that**,  
the control or regulation circuit has an analog/digital converter (ADC2) for converting the detected operating parameter into a digital value consisting of at least two bits, calculates on the basis of this digital value, in a digital computation block (8), an operating frequency ( $f_{run}$ ) for the operation of the inverter (4) and passes this on to a driver circuit (7), which transforms the switching information into corresponding control signals for control of the inverter (4).
10. Electronic ballast according to claim 9, **characterized in that**,  
the smoothing circuit (3) is formed by means of a switched regulator and the control or regulation circuit (6) detects at least one operating parameter ( $U_z$ ) of the smoothing circuit (3) and controls a controllable switch (S1) in the switched regulator in dependence upon the value of the detected operating parameter ( $U_z$ ),  
wherein the control or regulation circuit (6) has at least one further analog/digital converter (ADC1) for converting the detected operating parameter ( $U_z$ ) into a digital value consisting of at least two bits, and wherein the control or regulation circuit calculates on the basis of this digital value, in a digital computation block (7), switching information for the operation of the controllable switch (S1), and passes this on to the driver circuit (7), which transforms this switching information into a corresponding control signal for the control of the switch (S1).
11. Electronic ballast according to claim 9 or 10, **characterized in that**,  
the basis stop frequency ( $f_{stop,0}$ ) can be predetermined by means of a reference resistance (R2), which can be connected to the control or regulation circuit (6), the size of which resistance is determined via an analog/digital converter (ADC3) provided in the control or regulation circuit (6), which converter after the connection of an internal current source ( $I_s$ ) transforms the voltage dropping via the reference resistance (R2) into a digital value consisting of at least two bits.
12. Electronic ballast according to any of claims 9 to 11, **characterized in that**,  
the control or regulation circuit (6) has, for the transformation of the detected operating parameter and the voltage dropping via the reference resistance (R2), a single analog/digital converter operating in a

time multiplex manner.

13. Electronic ballast according to any preceding claim, **characterized in that**,  
the control or regulation circuit (6) is constituted as an application specific integrated circuit.

### Revendications

1. Ballast électronique pour au moins une lampe à décharge gazeuse (LA), de préférence pour un tube fluorescent, avec circuit redresseur (2) raccordable à une source de tension d'alimentation, un circuit de lissage (3) raccordé à la sortie du circuit redresseur (2) pour générer une tension de circuit intermédiaire ( $U_z$ ) et un onduleur (4) alimenté en tension de circuit intermédiaire ( $U_z$ ), à la sortie duquel est raccordé un circuit de charge (5) contenant des raccordements pour la lampe (LA),  
ainsi qu'avec un circuit de commande ou de régulation (6) qui détecte un paramètre de service de l'onduleur (4) ou du circuit de charge (5) correspondant à la puissance de la lampe (LA) et qui fait varier la fréquence de service ( $f_{run}$ ) de l'onduleur (4) en fonction du paramètre de service détecté, la variation de la fréquence de service ( $f_{run}$ ) étant limitée vers le bas par une fréquence d'arrêt ( $f_{stop}$ ),  
**caractérisé en ce que**  
la fréquence d'arrêt ( $f_{stop}$ ) dépend de la température et augmente au fur à et mesure que la température augmente à partir d'une fréquence d'arrêt de base ( $f_{stop,0}$ ).
2. Ballast électronique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**  
l'onduleur (4) est formé par deux éléments de circuit (S2, S3) commandables, disposés selon un agencement en demi-pont, et **en ce que** le circuit de commande ou de régulation (6) détecte le courant passant par le demi-pont.
3. Ballast électronique selon la revendication 2 **caractérisé en ce que**  
le circuit de commande ou de régulation (6) détecte la tension relâchée par une résistance (R1) disposée à la base du demi-pont.
4. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
le circuit de commande ou de régulation (6) détermine la fréquence de service ( $f_{run}$ ) pour l'onduleur (4) sur la base d'une comparaison entre le paramètre de service détecté et une valeur de référence.
5. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) détermine une fréquence de service ( $f_{run}$ ) pour l'onduleur (4) d'abord en fonction du paramètre de service détecté, **en ce qu'il** compare ensuite la fréquence de service ( $f_{run}$ ) déterminée avec la fréquence d'arrêt ( $f_{stop}$ ) et **en ce qu'il** commande l'onduleur (4) en fonction du résultat de la comparaison soit avec la fréquence de service ( $f_{run}$ ) déterminée soit avec la fréquence d'arrêt ( $f_{stop}$ ).

6. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) déduit les signaux de commande pour l'onduleur (4) d'une fréquence de base ( $f_{basis}$ ), la fréquence de base ( $f_{basis}$ ) augmentant au fur à et mesure que la température augmente.

7. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) détermine la température réellement présente et fixe la fréquence d'arrêt ( $f_{stop}$ ) sur la base de l'information de température obtenue.

8. Ballast électronique selon la revendication 7,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) détecte une tension de référence ( $V_{ref}$ ) dépendante de la température pour déterminer la température.

9. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) comprend un convertisseur analogique/numérique (ADC2) pour convertir le paramètre de service détecté en une valeur numérique comprenant au moins 2 bits, **en ce qu'il** calcule une fréquence de service ( $f_{run}$ ) sur la base de cette valeur numérique dans un bloc de calcul numérique (8) pour l'exploitation de l'onduleur (4) et **en ce qu'il** la communique à un circuit d'attaque (7) qui convertit cette information de commutation en signaux de commande correspondants pour commander l'onduleur (4).

10. Ballast électronique selon la revendication 9,

**caractérisé en ce que**

le circuit de lissage (3) est constitué par un régulateur de commutation et le circuit de commande ou de régulation (6) détecte au moins un paramètre de service ( $U_z$ ) du circuit de lissage (3) et commande un commutateur (S1) commandable du régulateur de commutation en fonction de la valeur du paramètre de service détecté ( $U_z$ ),

le circuit de commande ou de régulation (6) comprenant au moins un autre convertisseur analogique/numérique (ADC1) pour convertir le paramètre de service détecté ( $U_z$ ) en une valeur numérique comprenant au moins 2 bits,

et le circuit de commande ou de régulation (6) calculant une information de commutation sur la base de cette valeur numérique dans un bloc de calcul numérique (8) pour l'exploitation du commutateur (S1) commandable du régulateur de commutation en la communiquant au circuit d'attaque (7) qui convertit cette information de commutation en un signal de commande correspondant pour commander le commutateur (S1).

11. Ballast électronique selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que**

la fréquence d'arrêt de base ( $f_{stop,0}$ ) peut être prédéterminée par une résistance de référence (R2) raccordable au circuit de commande ou de régulation (6), dont la grandeur est déterminée par un convertisseur analogique/numérique (ADC3) prévu dans le circuit de commande ou de régulation (6) qui, après le raccordement d'une source de courant interne ( $I_s$ ), convertit la tension relâchée par la résistance de référence (R2) en une valeur numérique comprenant au moins 2 bits.

12. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications 9 à 11,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) comprend un seul convertisseur analogique/numérique fonctionnant en mode d'accès multiple par répartition dans le temps pour la conversion du paramètre de service détecté et de la tension relâchée par la résistance de référence (R2).

13. Ballast électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

le circuit de commande ou de régulation (6) est configuré comme un circuit intégré spécifique à l'application.

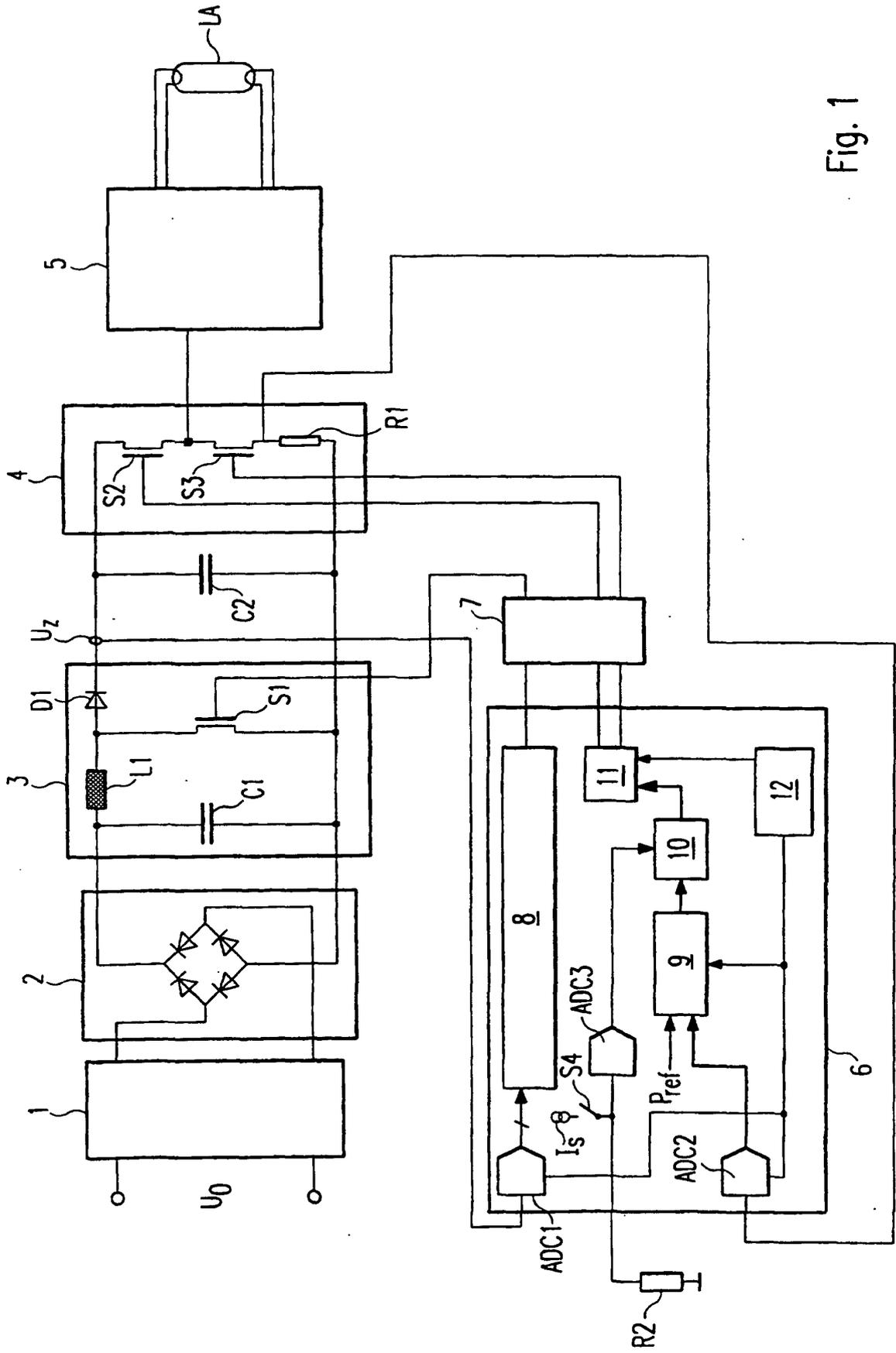


Fig. 1

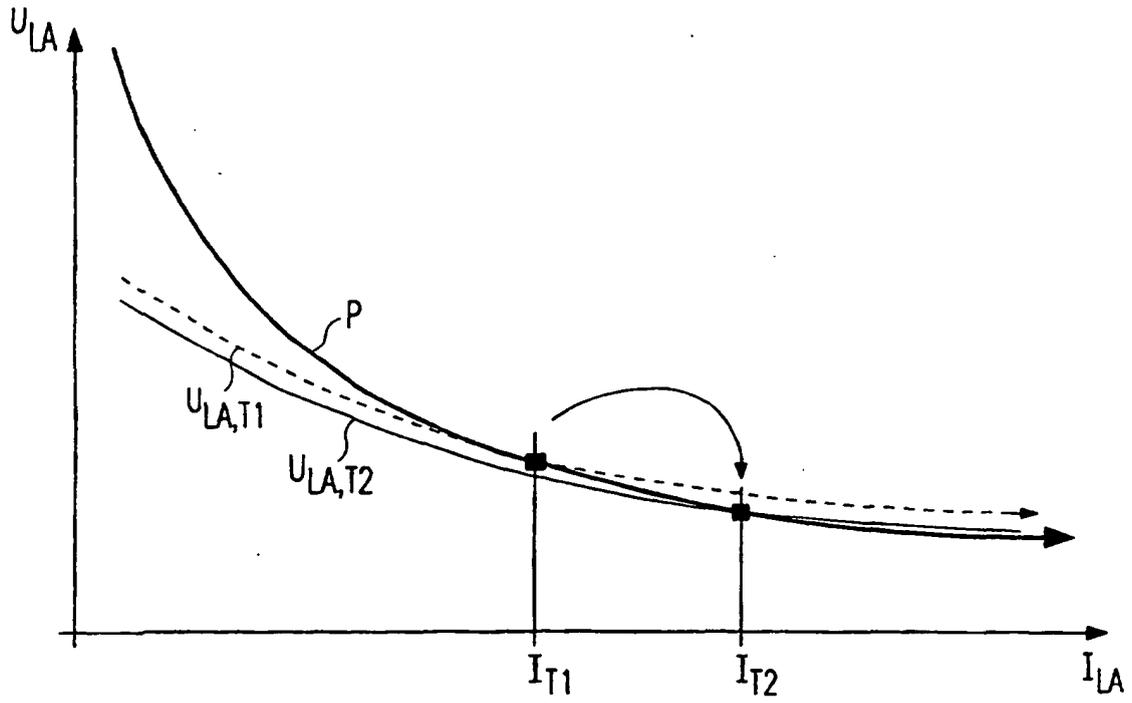


Fig. 2

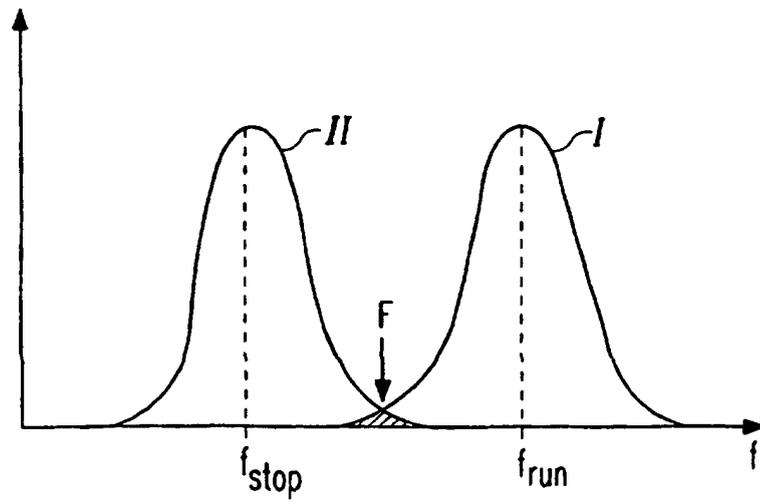


Fig. 3

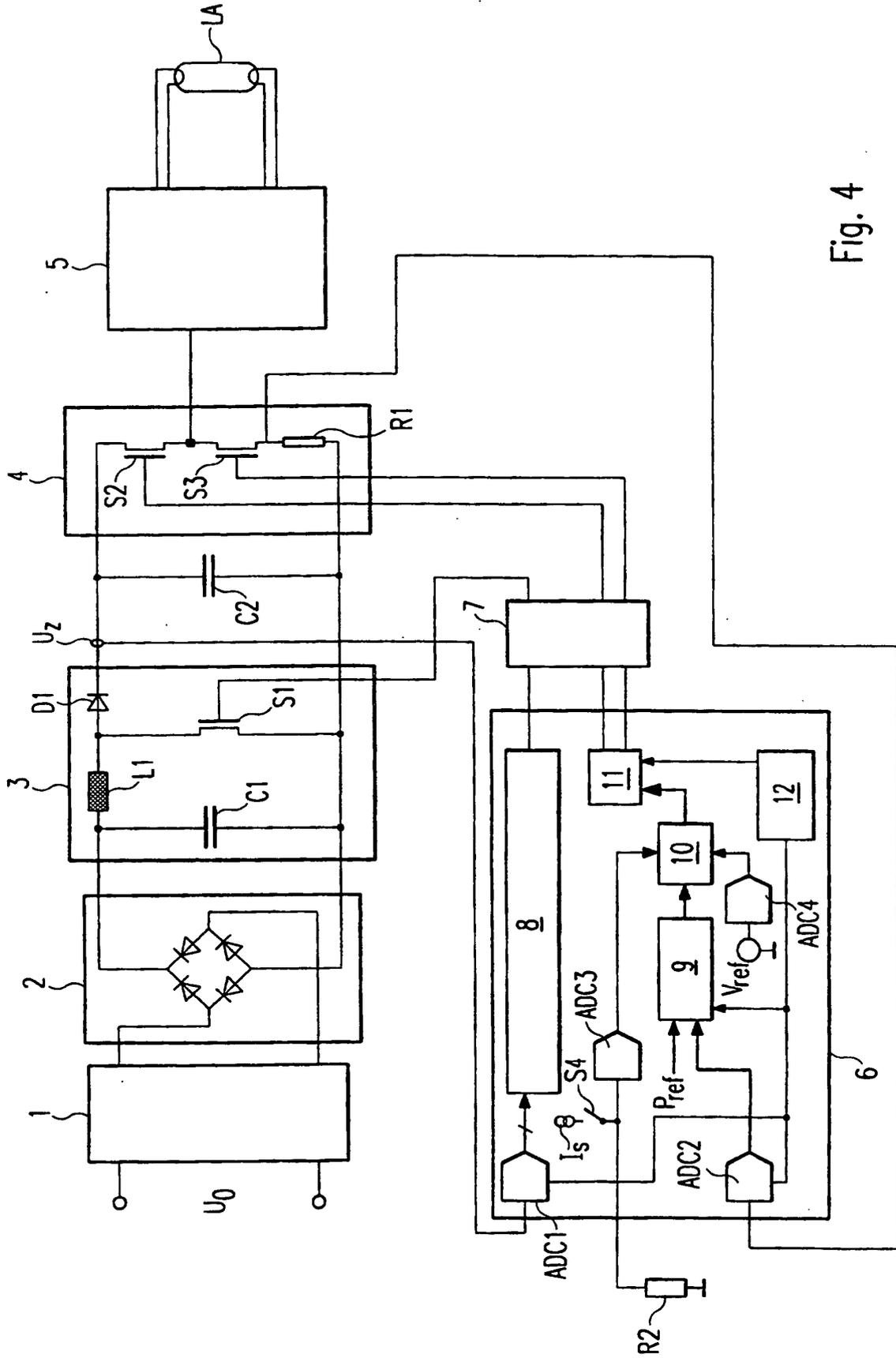


Fig. 4