

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 965 251 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int Cl.7: **H05B 41/392**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP98/00773

(21) Anmeldenummer: **98909447.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/39950 (11.09.1998 Gazette 1998/36)

(22) Anmeldetag: **11.02.1998**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM REGELN DES BETRIEBSVERHALTENS VON GASENTLADUNGSLAMPEN**

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE OPERATION OF GAS DISCHARGE LAMPS

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR REGULER LE FONCTIONNEMENT DES LAMPES A DECHARGE GAZEUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE ES FI FR GB IT LI NL SE

• **TRÖSTL, Alfred**

A-6850 Dornbirn (AT)

(30) Priorität: **04.03.1997 DE 19708783**

(74) Vertreter: **Schmidt-Evers, Jürgen, Dipl.-Ing.**

Patentanwälte Mitscherlich & Partner,

Sonnenstrasse 33

80331 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.12.1999 Patentblatt 1999/51

(73) Patentinhaber: **Tridonic Bauelemente GmbH**
6850 Dornbirn (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 605 052

EP-A- 0 774 885

EP-A- 0 796 036

DE-A- 4 412 510

(72) Erfinder:

• **LUGER, Siegfried**

A-6850 Dornbirn (AT)

EP 0 965 251 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 Verfahren zum Regeln des Betriebsverhaltens von Gasentladungslampen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Betreiben von Gasentladungslampen, insbesondere ein elektronisches Vorschaltgerät, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3.

[0002] Fig. 4 zeigt eine bekannte Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3 zum Betreiben von Gasentladungslampen. Diese als elektronisches Vorschaltgerät bezeichnete Vorrichtung umfaßt zunächst eine Gleichrichteranordnung 4, die eine Netzwechselspannung in eine gleichgerichtete Zwischenkreisspannung umwandelt, die einem Wechselrichter 5 zugeführt wird. Der Wechselrichter 5 weist in der Regel zwei zwischen eine positive Versorgungsspannung und Masse in Serie geschaltete Schalter auf, die abwechselnd angesteuert werden. Der Verbindungspunkt zwischen den beiden alternierend angesteuerten Schaltern, die gewöhnlich durch MOS-Feldeffekttransistoren gebildet sind, ist mit einem Lastkreis verbunden, der im wesentlichen einen Serienresonanzkreis mit einer Spule 6 und einem Kondensator 7 sowie mindestens eine Gasentladungslampe 10 beinhaltet. Die Gasentladungslampe 10 ist über einen Koppelkondensator 8 mit dem Serienresonanzkreis verbunden.

[0003] Durch das abwechselnde Ein- und Ausschalten der beiden Schalter des Wechselrichters 5 wird die von dem Gleichrichter 4 gelieferte gleichgerichtete Zwischenkreisspannung in eine hochfrequente, getaktete Wechselspannung umgewandelt, die von dem Wechselrichter 5 an den Serienresonanzkreis abgegeben wird. Die Gasentladungslampe 10 wird gezündet, indem die Frequenz der von dem Wechselrichter 5 gelieferten Wechselspannung in die Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises mit der Spule 6 und dem Kondensator 7 verschoben wird. In diesem Fall tritt in der an dem Kondensator 7 anliegenden Spannung eine Spannungsüberhöhung auf, die zu dem Zünden der Gasentladungslampe 10 führt. Um die Lebensdauer der Gasentladungslampe zu verlängern, ist in Fig. 4 zudem ein Heiztransformator 9A-C vorhanden, dessen Primärwicklung 9A mit dem Serienresonanzkreis verbunden und im wesentlichen parallel zur Gasentladungslampe 10 geschaltet ist und dessen Sekundärwicklungen 9B und 9C jeweils parallel zu einer der beiden Lampenwendeln der Gasentladungslampe 10 geschaltet sind. Der Heiztransformator 9A-C dient zum Vorheizen der Lampenwendeln der Gasentladungslampe 10, wobei die Heizspannung eine Frequenz aufweist, die deutlich unter - bzw. oberhalb der Resonanzfrequenz liegt. Auf diese Weise wird vermieden, daß die Gasentladungslampe 10 mit kalten Lampenwendeln zündet, wodurch die Lebensdauer der Gasentladungslampe 10 verlängert werden kann. Alternativ zu dem Heiztransformator 9A-C kann auch ein Heizkondensator parallel zu der Gasentladungslampe 10 geschaltet sein. Die Verwendung ei-

nes Heiztransformators mit an den Lampenwendeln der Gasentladungslampe 10 angeschlossenen Sekundärwicklungen 9B bzw. 9C weist jedoch den Vorteil auf, daß den Lampenwendeln auch nach Zünden der Gasentladungslampe 10 noch Energie zugeführt werden kann.

[0004] Der Serienresonanzkreis mit der Spule 6 und dem Kondensator 7 sowie die Gasentladungslampe 10 sind Bestandteil einer Regelstrecke 2, die wiederum Bestandteil eines Regelkreises ist, dessen Verhalten durch einen Regler 1 bestimmt wird. Insbesondere dient die in Fig. 4 gezeigte Vorrichtung zum Regeln der Helligkeit der Gasentladungslampe 10 abhängig von einem extern vorgegebenen Dimm-Sollwert SOLL, der in einem als Addierer ausgebildeter Vergleicher 3 mit einem Dimm-Istwert IST verglichen wird, wobei das sich daraus ergebende Differenzsignal DIFF dem Regler 1 zugeführt ist, der abhängig von der Regeldifferenz DIFF ein Stellwertsignal STELL für eine bestimmte Regelgröße der Regelstrecke 2 erzeugt. Insbesondere kann das Stellwertsignal die Frequenz und/oder das Tastverhältnis der von dem Wechselrichter 5 gelieferten getakteten Wechselspannung betreffen. Bei dem in Fig. 4 gezeigten elektronischen Vorschaltgerät ist zur Ermittlung des Helligkeits-Istwerts der Gasentladungslampe 10 ein Widerstand 12 vorgesehen, der in Serie mit der unteren Lampenwendel der Gasentladungslampe 10 geschaltet ist. Die an dem Widerstand 12 abfallende Spannung ist direkt ein Maß für den über die Gasentladungsstrecke der Gasentladungslampe 10 fließenden Lampenstrom, der wiederum unmittelbar mit dem Dimmgrad bzw. der Helligkeit der Gasentladungslampe 10 zusammenhängt. Demzufolge kann der Istwert des Dimmgrades der Gasentladungslampe 10 durch Ermitteln der an dem Widerstand 12 abfallenden Spannung erfaßt werden.

[0005] Der grundsätzliche Aufbau des in Fig. 4 gezeigten Vorschaltgeräts ist beispielsweise bereits aus der DE 40 18 127 A1 bekannt. Darin wird vorgeschlagen, den Istwert einer Betriebsgröße des elektronischen Vorschaltgeräts zu erfassen, den Differenzwert zwischen dem erfaßten Istwert und einem vorgegebenen Sollwert zu bilden und diesen Differenzwert einem Regler zuzuführen, der abhängig von dem Differenzwert einen Stellwert beispielsweise für die an den Serienresonanzkreis angelegte Wechselspannung des Wechselrichters erzeugt, um auf diese Weise die Lampenhelligkeit der über den Serienresonanzkreis angesteuerten Gasentladungslampe zu regeln.

[0006] Wegen des in der in Fig. 4 gezeigten Regelstrecke 2 vorhandenen Serienresonanzkreises mit der Spule 6 und dem Kondensator 7 weist die Regelstrecke 2 im wesentlichen ein PT_2 -Verhalten auf, d.h. die Regelstrecke 2 wirkt als Verzögerungsglied zweiter Ordnung. Es ist bekannt, daß Regelstrecken mit verzögertem P-Verhalten einen PI-Regler benötigen, um ein möglichst rasches Einschwingen der Regelstrecke zu gewährleisten und Regelkreis-Instabilitäten, die durch zunehmende Schwingneigung der Regelstrecke entstehen können, entgegenzuwirken. Vorteilhafterweise wird

dabei ein PID-Regler eingesetzt, d.h. ein Regler, der sowohl proportional verstärkende als auch integrierende und differenzierende Eigenschaften aufweist. Da ein derartiger PID-Regler jedoch sehr komplex aufgebaut ist, wird der Einfachheit halber in der Regel ein PI-Regler als Regler 1 für die in Fig. 4 gezeigte Regelstrecke 2 verwendet.

[0007] Beim Zünden der Gasentladungslampe 10 steigt der mit Hilfe des Istwertsignals IST erfaßte Lampenstrom sprunghaft an, wodurch in der Gasentladungslampe 10 ein Lichtblitz erzeugt wird, der jedoch vermieden werden soll. Es ist daher empfehlenswert, daß bei einer geringen Helligkeit der Gasentladungslampe 10, d.h. bei einem hohen Dimmgrad, ein Regler 1 gewählt wird, dessen Proportionalanteil so hoch ist, daß ein Zünden der Gasentladungslampe 10 auch bei geringen Helligkeitswerten ohne Lichtblitz durchgeführt werden kann. Ein derartig hoher Proportionalanteil, d.h. Verstärkung des Reglers 1, würde jedoch bei großen Lampenströmen und bei großer Lampenleistung, d.h. bei geringer Dimmung, zu Instabilitäten des in Fig. 4 gezeigten Regelkreises innerhalb der Regelstrecke 2 führen.

[0008] Aus der DE 43 31 952 A1 ist bereits ein Verfahren zum Regeln des Betriebsverhaltens von Gasentladungslampen bekannt, wobei ein Parameter der dabei verwendeten Reglervorrichtung abhängig von einem vorgegebenen Sollwert eingestellt wird. Insbesondere wird gemäß dieser Druckschrift eine aus zwei Blöcken bestehende Reglervorrichtung verwendet, wobei der eine Block den eigentlichen Regler und der dem ersten Block nachgeschaltete zweite Block einen Begrenzer bildet, der das Ausgangssignal des Reglers auf einen Maximalwert begrenzt. Mit Hilfe einer Erfassungsschaltung wird der Istwert der Lampenleistung der Gasentladungslampe erfaßt und dem Regler zugeführt, der zudem einen vorgegebenen Sollwert empfängt und abhängig von der Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert einen Stellwert für das Tastverhältnis eines Schaltreglers des elektronischen Vorschaltgeräts erzeugt. Dieser Stellwert wird dem Begrenzer zugeführt, der den Stellwert bezüglich eines einstellbaren Maximalwerts begrenzt, wobei der Maximalwert des Begrenzers abhängig von dem vorgegebenen Sollwert eingestellt wird. Insbesondere wird bei einem niedrigen Sollwert der Maximalwert des Begrenzers verringert. Die Verwendung eines Reglers mit Proportionalanteil und die damit verbundenen und zuvor erläuterten Probleme sind jedoch aus dieser Druckschrift nicht bekannt.

[0009] In der EP-A1-0 605 052 ist ein Regelverfahren bzw. ein elektronisches Vorschaltgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 3 offenbart. Eine Regelschaltung vergleicht den im Lastkreis des elektronischen Vorschaltgeräts auftretenden Lampenstrom mit einem vorgebbaren Sollwert und erzeugt abhängig von der Differenz zwischen dem Istwert des Lampenstroms und dem Sollwert ein Stellsignal für die Frequenz des Wechselrichters. Die Regelschaltung weist zur Vermeidung

von Instabilitäten das Regelverhalten eines PI-Reglers auf.

[0010] Die DE-A1-44 12 510 beschreibt eine Beleuchtungsregelungsschaltung mit einer Rückkopplungsschleife mit einer ausschließlich während der Anlaufphase umschaltbaren Ansprechgeschwindigkeit. Die Ansprechgeschwindigkeit wird abhängig von der Lampenspannung, die mit der Leuchteffizienz der entsprechenden Gasentladungslampe korreliert ist, umgeschaltet.

[0011] EP-A1-774 885 wurde am 25/10/1996 mit einer Priorität vom 07/11/1995 eingereicht, und wurde am 21/05/1997 veröffentlicht. Dieses Dokument gehört deshalb zum Stand der Technik nach Artikel 54(3) EPÜ.

[0012] Die EP-A1-774 885 offenbart eine Reglervorrichtung mit einer Regelungsbandbreite (das heißt mit einem Proportionalanteil), die von einem hohen Wert, wenn der Beleuchtungsmeßwert niedrig ist, auf einem niedrigeren Wert, wenn der Beleuchtungsmeßwert hoch ist, umgeschaltet wird.

[0013] Im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung geschieht also die Umschaltung in der EP-A1-774 885 in Abhängigkeit von dem Beleuchtungsmeßwert.

[0014] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln des Betriebsverhaltens von Gasentladungslampen unter Verwendung eines Reglers mit einem Proportionalanteil zu schaffen, wobei die Regelung besser an die Bedürfnisse angepaßt werden kann.

[0015] Insbesondere sollen die Gasentladungslampen auch bei einem hohen Dimmgrad, d.h. geringer Lampenhelligkeit, zuverlässig gezündet werden können, ohne daß bei geringeren Dimmgraden, d.h. größeren Lampenleistungen, Instabilitäten auftreten.

[0016] Die oben genannte Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und hinsichtlich der Vorrichtung durch ein elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 3 gelöst.

[0017] Die Unteransprüche beschreiben jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0018] Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der dem Regelkreis vorgegebene Sollwert, beispielsweise der Dimm-Sollwert, direkt dem Regler zugeführt wird, um die Eigenschaften des Reglers abhängig von dem Sollwert anzupassen. Insbesondere wird abhängig von dem Sollwert der Proportionalanteil, d.h. der Verstärkungsfaktor, des Reglers eingestellt und angepaßt. So ist für einen Start von Gasentladungslampen bei geringen Helligkeitswerten, d.h. hohen Dimmgraden, ein hoher Proportionalanteil, d.h. ein hoher Verstärkungsfaktor notwendig, um die Gasentladungslampe ohne Lichtblitz zünden zu können. Mit steigender Helligkeit der Gasentladungslampe, d.h. mit abnehmendem Dimmgrad, wird der Proportionalanteil des Reglers reduziert und im Extremfall sogar auf Null gesetzt, wobei in diesem Fall der Regler als reiner I-Regler arbeitet. Durch Herabsetzen des Proportional-

anteils des Reglers bei zunehmenden Lampenhelligkeiten werden Instabilitäten des Regelkreises selbst bei großen Lampenleistungen oder Lampenströmen vermieden.

[0019] Generell kann erfindungsgemäß in kritischen Dimmbereichen, in denen ein geringer Proportionalanteil, d.h. ein geringer Verstärkungsfaktor, zur Instabilität des Regelkreises führen könnte, der Proportionalanteil des Reglers gezielt erhöht werden.

[0020] Allgemein wird erfindungsgemäß somit angestrebt, für jeden individuellen Lastfall, der neben über einem vorgegebenen Dimm-Sollwert auch über eine Änderung von Betriebszustandsparametern des Regelkreises erfaßt und spezifiziert werden kann, den jeweils idealen Proportionalanteil auszuwählen und einzustellen.

[0021] Neben der Einstellung bestimmter Betriebsparameter des Reglers, insbesondere des Proportionalanteils des Reglers, abhängig von dem Sollwert des Regelkreises ist es somit auch denkbar, die entsprechenden Betriebsparameter des Reglers abhängig von bestimmten Istwerten ausgewählter Betriebszustandsparameter, z.B. des Lampenstromes oder der Lampenspannung, einzustellen. Neben dem Proportionalanteil des Reglers ist es erfindungsgemäß auch möglich, andere Reglerparameter, wie z.B. den integrierenden Anteil usw., abhängig von dem vorgegebenen Sollwert anzupassen.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren und elektronische Vorschaltgerät findet insbesondere überall dort Anwendung, wo eine Beleuchtung mit geringen Helligkeiten, d.h. hohen Dimmgraden, gewünscht ist, wie beispielsweise in Kinosälen oder dgl., da erfindungsgemäß ein Zünden von Gasentladungslampen auch bei einem niedrigen Helligkeitsgrad ohne Lichtblitz zuverlässig möglich ist.

[0023] Der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes,

Fig. 2a und 2b zeigen Kurvenverläufe zur Einstellung des Proportionalanteils des Reglers abhängig von der Lampenhelligkeit,

Fig. 2c und 2d zeigen Verläufe des Lampenwiderstandes bzw. des Lampenstromes abhängig von der Lampenhelligkeit,

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes, und

Fig. 4 zeigt ein bekanntes elektronisches Vorschaltgerät mit einem PI-Regler zum Regeln

des Betriebsverhaltens einer in einer Regelstrecke vorhandenen Gasentladungslampe.

[0024] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes zum Betreiben von Gasentladungslampen.

[0025] Das in Fig. 1 gezeigte elektronische Vorschaltgerät weist - wie bereits anhand Fig. 4 erläutert - einen Regelkreis auf, der einen Regler 1, eine Regelstrecke 2 sowie einen Vergleichler 3 beinhaltet. Die den in Fig. 4 gezeigten Bauelementen entsprechenden Bauelemente sind mit identischen Bezugszeichen versehen, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Bauelemente verzichtet wird.

[0026] Das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes unterscheidet sich von dem in Fig. 4 gezeigten bekannten elektronischen Vorschaltgerät vorwiegend in der Ausgestaltung des Reglers 1. Wie der in Fig. 4 gezeigte Regler ist auch der bei dem erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerät verwendete Regler 1 als PI-Regler ausgestaltet, der somit sowohl ein proportional verstärkendes als auch integrierendes Verhalten aufweist. Vorteilhafterweise kann der PI-Regler 1 durch ein Differenzierglied ergänzt werden, so daß aus dem PI-Regler ein PID-Regler wird, der zwar aufwendiger aufgebaut ist, jedoch besser zur Regelung des Verhaltens der Regelstrecke, die ein PT_2 -Verhalten aufweist, geeignet ist.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Dimmung der Gasentladungslampe erläutert. Es ist jedoch durchaus denkbar, abweichend von der Regelung der Lampenhelligkeit den erfindungsgemäßen Grundgedanken, nämlich die Anpassung der Betriebsparameter des Reglers abhängig von einem extern vorgegebenen Sollwert, auch auf die Regelung von anderen Regelgrößen anzuwenden.

[0028] Der extern vorgegebene Dimm-Sollwert kann von einem externen Dimmer oder beispielsweise auch von einem Lichtsensor, der einen bestimmten von der Lampe 10 beleuchteten Arbeitsplatz überwacht, stammen.

[0029] Erfindungsgemäß wird nunmehr insbesondere vorgeschlagen, den Proportionalanteil des in Fig. 1 gezeigten PI-Reglers 1 abhängig von dem extern vorgegebenen Dimm-Sollwert SOLL einzustellen. Zu diesem Zweck weist der PI-Regler 1 eine Einstellvorrichtung 16 auf, die wahlweise auch außerhalb des PI-Reglers 1 angeordnet sein könnte. Dieser Einstellvorrichtung 16 ist der extern vorgegebene Dimm-Sollwert SOLL zugeführt. Die Einstellvorrichtung 16 stellt abhängig von dem Dimm-Sollwert SOLL den Proportionalanteil des PI-Gliedes 14 des PI-Reglers 1 ein. Der Dimm-Sollwert SOLL wird in einem Vergleichler 3 mit dem Dimm-Istwert IST verglichen, wobei der sich daraus ergebende Differenzwert DIFF neben dem P-Glied 14 auch einem I-Glied 13 des PI-Reglers 1 zugeführt wird. Das P-Regelglied 14 bzw. das I-Regelglied 13 erzeugt je-

weils abhängig von dem zugeführte Differenzwert einen entsprechenden Stellwert, wobei die somit erzeugten Stellwerte ausgangsseitig von einem Addierer 15 addiert werden und als Stellwertsignal STELL des PI-Reglers 1 ausgegeben werden.

[0030] Die Erfassung des Istwertes der Lampenhelligkeit 10, d.h. des Dimmgrads, erfolgt insbesondere - wie bereits anhand Fig. 4 erläutert - durch Ermitteln der an einem Widerstand 12 abfallenden Spannung, die in Serie mit der unteren Lampenwendel der Gasentladungslampe 10 an Masse angeschlossen ist. Die an diesem Widerstand 12 abfallende Spannung ist ein Maß für den über die Gasentladungsstrecke der Gasentladungslampe 10 fließenden Lampenstrom, der mit zunehmender Lampenhelligkeit ansteigt. Somit kann durch Überwachen der an dem Widerstand 12 abfallenden Spannung die Lampenhelligkeit der Gasentladungslampe 10 bzw. deren Dimmgrad erfaßt werden. Die Einstellung des P-Anteiles innerhalb des PI-Reglers 1 mit Hilfe der Einstellvorrichtung 16 erfolgt abhängig von dem vorgegebenen Dimm-Sollwert SOLL wie in Fig. 2a oder 2b gezeigt.

[0031] Um ein sicheres Zünden der Gasentladungslampe 10 auch bei geringen Helligkeitswerten, d.h. bei hohen Dimmgraden, ohne Erzeugung eines Lichtblitzes in der Gasentladungslampe 10 gewährleisten zu können, muß erfindungsgemäß der Proportionalanteil innerhalb des PI-Reglers für derartig niedrige Helligkeitswerte groß gewählt werden. Würde jedoch dieser hohe Proportionalanteil bzw. Verstärkungsfaktor auch bei großen Helligkeitswerten, d.h. geringen Dimmgraden, beibehalten werden, könnte es aufgrund des in diesem Fall in der Regelstrecke 2 fließenden hohen Lampenstroms bzw. der hohen Lampenleistung zu Instabilitäten des Regelkreises kommen. Aus diesem Grund wird mit steigendem Lampenstrom, d.h. mit steigender Lampenhelligkeit, der Proportionalanteil, d.h. der Verstärkungsfaktor des PI-Reglers 1 reduziert, wobei der Proportionalanteil im Extremfall sogar auf Null gesetzt wird, so daß in diesem Fall der PI-Regler 1 als reiner I-Regler wirkt. Wie in Fig. 2a gezeigt, kann die Einstellung des Proportionalanteils des PI-Reglers 1 abhängig von dem vorgegebenen Dimm-Sollwert SOLL linear erfolgen. Es ist jedoch auch denkbar, die Einstellung des Proportionalanteils abhängig von der Lampenhelligkeit bzw. dem Dimm-Sollwert SOLL in Stufen vorzunehmen, wie dies in Fig. 2b gezeigt ist. In jedem dieser Fälle stellt die Einstellvorrichtung 16 abhängig von dem an ihr anliegenden Dimm-Sollwert SOLL den Proportionalanteil des Proportional-Regelgliedes 14 gemäß der in Fig. 2a bzw. 2b gezeigten Kennlinie ein.

[0032] Auf diese Weise ist es erfindungsgemäß möglich, für jeden Lastfall, d.h. für jeden Dimmwert, den idealen Proportionalanteil bzw. Verstärkungsfaktor auszuwählen und einzustellen.

[0033] Fig. 2c zeigt den Kennlinien von Fig. 2a und 2b entsprechende Verläufe des Lampenwiderstandes R_L des Lampenstromes I_L abhängig von der Lampen-

helligkeit der Gasentladungslampe 10 bzw. dem vorgegebenen Dimm-Sollwert SOLL. Aus Fig. 2c bzw. 2d ist insbesondere ersichtlich, daß mit zunehmender Lampenhelligkeit der Lampenstrom über die Gasentladungsstrecke der Gasentladungslampe 10 steigt und dementsprechend der Widerstand der Gasentladungslampe gleichermaßen mit der Soll-Lampenhelligkeit fällt.

[0034] Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes.

[0035] Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der PI-Regler 1 in zwei Regeleinheiten 17 und 18 aufgeteilt. Die erste Regeleinheit 18 ist rein softwaremäßig gesteuert und liegt insbesondere in Form eines programmierbaren bzw. programmierten Mikroprozessors vor. Die zweite Regeleinheit 17 ist rein hardwaremäßig durch Kombination bekannter Standardschaltungen aufgebaut und insbesondere in Form einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) ausgebildet. Die beiden Regeleinheiten 17 und 18 sind durch eine bidirektionale Übertragungsleitung 19 miteinander verbunden. Die erste Regeleinheit 18 empfängt ausschließlich extern vorgegebene Regelinformationen, wie insbesondere den extern vorgebbaren Dimm-Sollwert SOLL. Die zweite Regeleinheit 17 empfängt hingegen ausschließlich interne Betriebszustandsparameter, wie beispielsweise den Lampenstrom I_L , der zugleich ein Maß für den Dimmgrad bzw. die Lampenhelligkeit der Gasentladungslampe 10 ist. Zudem empfängt gemäß Fig. 3 die zweite Regeleinheit 17 den augenblicklichen Wert des Heizstroms i_H , der über die Primärwicklung 9A des Heiztransformators fließt. Zu diesem Zweck ist zwischen die Primärwicklung 9A des Heiztransformators und Masse ein Widerstand 11 geschaltet, so daß die an diesem Widerstand 11 abfallende Spannung ein Maß für den über die Primärwicklung 9A fließenden Heizstrom i_H ist. Der zweiten Regeleinheit 17 können weitere interne Betriebszustandsparameter, wie beispielsweise die Istwerte der Lampenspannung oder der von dem Gleichrichter 4 gelieferten Gleichspannung, zugeführt werden.

[0036] Die Funktion des in Fig. 3 gezeigten aufgeteilten PI-Reglers 1 ist folgendermaßen. Die zweite Regeleinheit 17 empfängt und speichert die Istwerte der an ihr anliegenden Betriebszustandsparameter. Die erste Regeleinheit 18 liest daraufhin aus dem entsprechenden Speicher der zweiten Regeleinheit 17 die entsprechenden Istwerte der zuvor genannten internen Betriebszustandsparameter aus und ermittelt abhängig von den über die Verbindungsleitung 19 übertragenen Istwerten der internen Betriebszustandsparameter sowie den an der ersten Regeleinheit 18 anliegenden externen Regelinformationen, insbesondere dem Dimm-Sollwert SOLL, entsprechende Stellwertinformationen. Die erste Regeleinheit 18 realisiert somit die eigentliche Funktion des PI-Reglers 1. Insbesondere sind in der ersten Regeleinheit 18 die Funktionen der Einstellvorrich-

tung 16 des P-Glieds 14, des I-Gliedes 13 sowie des Addierers 15 implementiert. In der ersten Regeleinheit 18 wird somit abhängig von dem an ihr anliegenden Dimm-Sollwert SOLL der P-Anteil innerhalb der PI-Reglerfunktion eingestellt. Nach Erzeugen der Stellwertinfor-

5 mationen durch die erste Regeleinheit 18 überträgt die erste Regeleinheit 18 diese Stellwertinformationen über die bidirektionale Verbindungsleitung 19 an die zweite Regeleinheit 17, die wiederum aufgrund dieser Stellwertinformationen das eigentliche Stellwertsignal

10 erzeugt und die Veränderung der entsprechenden Regelgröße, beispielsweise der Frequenz oder des Tastverhältnisses der von dem Wechselrichter 5 gelieferten Wechselspannung, herbeiführt.

[0037] Die in Fig. 3 gezeigte Aufteilung des PI-Reglers 1 in eine rein softwaremäßig gesteuerte Regeleinheit 18 und eine rein hardwaremäßig realisierte Regeleinheit 17 ermöglicht es, daß einerseits aufgrund der softwaremäßigen Realisierung der ersten Regeleinheit 18 eine ausreichend große Flexibilität zur Anpassung an mögliche Schaltungsänderungen gewährleistet ist und andererseits mit Hilfe der hardwaremäßig aufge-

20 bauten zweiten Regeleinheit 17 eine ausreichend hohe Schnelligkeit aufgrund deren hardwaremäßigen Aufbaus sichergestellt ist. Die erste Regeleinheit 18 ist somit für die langsamen Regelvorgänge und die zweite Regeleinheit 17 für die schnellen Regelvorgänge zuständig. Wäre der PI-Regler 1 im Ganzen rein hardwaremäßig aufgebaut, wäre keine ausreichende Flexibilität für schaltungstechnische Änderungen gegeben.

25 Andererseits wäre die Verarbeitungsgeschwindigkeit des PI-Reglers 1 bei einer rein softwaremäßigen Ausgestaltung für schnelle Regel- bzw. Steuervorgänge nicht schnell genug. Die in Fig. 3 gezeigte Lösung liefert somit den bestmöglichen Kompromiß zwischen einer ausreichenden Flexibilität einerseits und einer genügend hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit andererseits.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Betriebsverhaltens mindestens einer Gasentladungslampe (10),

wobei mit Hilfe eines Reglers (1) abhängig von einem Differenzwert (DIFF) zwischen einem vorgegebenen Sollwert (SOLL) und einem Istwert (IST) eines bestimmten Betriebsparameters (i_L) der mindestens einen Gasentladungslampe (10) ein Stellwert (STELL) für mindestens eine bestimmte Regelgröße zum Regeln der Helligkeit der mindestens einen Gasentladungslampe (10) erzeugt wird, und wobei der Regler (1) einen Proportionalanteil oder Verstärkungsfaktor besitzt,

dadurch gekennzeichnet,

daß dem Regler (1) der Sollwert (SOLL) direkt zugeführt wird, und

daß der Wert des Proportionalanteils (14) oder des Verstärkungsfaktors des Reglers (1) abhängig von dem Sollwert (SOLL) derart eingestellt wird, daß der Proportionalanteil (14) oder Verstärkungsfaktor des Reglers (1) für Sollwerte (SOLL), die höheren Helligkeitswerten entsprechen, verringert und für Sollwerte (SOLL), die geringeren Helligkeitswerten entsprechen, erhöht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Einstellung des Proportionalanteils oder des Verstärkungsfaktors des Reglers (1) abhängig von dem Sollwert (SOLL) linear oder in Stufen erfolgt.

3. Elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Gasentladungslampe (10),

mit einer Reglervorrichtung (1), die abhängig von einem Differenzwert (DIFF) zwischen einem vorgebbaren Sollwert (SOLL) und einem Istwert (IST) eines Betriebsparameters (i_L) der mindestens einen Gasentladungslampe (10) einen Stellwert (STELL) für mindestens eine bestimmte Regelgröße zum Regeln der Helligkeit der mindestens einen Gasentladungslampe (10) erzeugt, wobei die Reglervorrichtung (1) einen Proportionalanteil (14) oder Verstärkungsfaktor besitzt, und mit einer Regelstrecke (2), die einen Serienresonanzkreis (6,7) sowie daran angeschlossen die mindestens eine Gasentladungslampe (10) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Reglervorrichtung (1) der Sollwert (SOLL) direkt zugeführt ist, und daß das elektronische Vorschaltgerät Einstellmittel (16) aufweist zum Einstellen des Proportionalanteils (14) oder des Verstärkungsfaktors der Reglervorrichtung (1) abhängig von dem Sollwert (SOLL) derart, daß der Proportionalanteil oder Verstärkungsfaktor des Reglers (1) für Sollwerte (SOLL), die höheren Helligkeitswerten entsprechen, verringert und für Sollwerte (SOLL), die geringeren Helligkeitswerten entsprechen, erhöht wird.

4. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Reglervorrichtung (1) die Einstellmittel (16) umfaßt.

5. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 3 oder 4,
gekennzeichnet durch
 eine Istwerterfassungsvorrichtung (12), die den Istwert (IST) der Helligkeit der mindestens einen Gasentladungslampe (10) durch Ermitteln des Lampenstromes (i_L) oder einer dem Lampenstrom (i_L) entsprechenden Größe erfaßt. 5
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Einstellmittel (16) den Proportionalanteil oder Verstärkungsfaktor der Reglervorrichtung (1) linear abhängig von dem vorgebbaren Sollwert (SOLL) einstellen. 10
7. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Einstellmittel (16) den Proportionalanteil oder Verstärkungsfaktor der Reglervorrichtung (1) in Stufen abhängig von dem vorgebbaren Sollwert (SOLL) einstellen. 15
8. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Reglervorrichtung (1) das Regelverhalten eines PI- oder PID-Reglers aufweist. 20
9. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Reglervorrichtung (1) einer Kombination aus einer rein softwaremäßig gesteuerten ersten Regeleinheit (18) und einer damit verbundenen rein hardwaremäßig aufgebauten zweiten Regeleinheit (17) entspricht, wobei der ersten Regeleinheit (18) externe Regelinformationen (SOLL) und der zweiten Regeleinheit (17) interne Betriebszustandsinformationen (i_L , i_H) zugeführt sind. 25
10. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
 daß der ersten Regeleinheit (18) der Sollwert (SOLL) und der zweiten Regeleinheit (17) der Istwert (IST) zugeführt ist, daß die erste Regeleinheit (18) die Einstellmittel (16) umfaßt, daß die erste Regeleinheit (18) mit der zweiten Regeleinheit (17) über eine bidirektionale Verbindungsleitung (19) verbunden ist, und daß die erste Regeleinheit (18) abhängig von den ihr zugeführten externen Regelinformatio-

nen mit dem Sollwert (SOLL) und den über die Verbindungsleitung (19) von der zweiten Regeleinheit (17) empfangenen internen Betriebszustandsinformationen (i_L , i_H) mit dem Istwert (IST) die dem Stellwert (STELL) entsprechenden Stellwertinformationen ermittelt und an die zweite Regeleinheit (17) überträgt, welche abhängig von diesen Stellwertinformationen ein Stellwertsignal (STELL) für die Regelgröße erzeugt.

11. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die erste Regeleinheit (18) ein programmierbarer Mikroprozessor und die zweite Regeleinheit (17) eine anwenderspezifische integrierte Schaltung (ASIC) ist.
12. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Regelgröße die Frequenz und/oder das Tastverhältnis einer an dem Serienresonanzkreis (6,7) anliegenden Betriebswechselspannung betrifft. 30

Claims

1. Method for controlling the operational performance of at least one gas discharge lamp (10), wherein a manipulated-variable value (STELL) for at least one specific controlled variable is generated with the aid of a controller (1), as a function of a differential value (DIFF) between a predetermined desired value (SOLL) and an actual value (IST) of a specific operating parameter (i_L) of the at least one gas discharge lamp (10), for the purpose of controlling the brightness of the at least one gas discharge lamp (10), and wherein the controller (1) has a proportional component (14) or amplification factor, characterised in that the desired value (SOLL) is fed directly to the controller (1), and in that the value of the proportional component (14) or the amplification factor of the controller (1) is set as a function of the desired value (SOLL) in such a way that the proportional component or amplification factor of the controller (1) is reduced for desired values (SOLL) which correspond to comparatively high brightness values and is increased for desired values (SOLL) which correspond to comparatively low brightness values. 35
2. Method according to claim 1, characterised in that the setting of the proportional component or the amplification factor of the controller (1) as a function of the desired value (SOLL) is effected in a linear man-

ner or in steps.

3. Electronic ballast for operating at least one gas discharge lamp (10), having a controller device (1) which, as a function of a differential value (DIFF) between a predeterminable desired value (SOLL) and an actual value (IST) of an operating parameter (i_L) of the at least one gas discharge lamp (10), generates a manipulated-variable value (STELL) for at least one specific controlled variable for the purpose of controlling the brightness of the at least one gas discharge lamp (10), in which case the controller device (1) has a proportional component (14) or amplification factor, and having a controlled system (2) which has a series-resonant circuit (6, 7) and also connected thereto the at least one gas discharge lamp (10), characterised in that the desired value (SOLL) is fed directly to the controller device (1), and in that the electronic ballast has setting means (16) for setting the proportional component (14) or the amplification factor of the controller device (1) as a function of the desired value (SOLL) in such a way that the proportional component or amplification factor of the controller (1) is reduced for desired values (SOLL) which correspond to comparatively high brightness values and is increased for desired values (SOLL) which correspond to comparatively low brightness values.
4. Electronic ballast according to claim 3, characterised in that the controller device (1) includes the setting means (16).
5. Electronic ballast according to claim 3 or 4, characterised by an actual-value acquisition device (12) which acquires the actual value (IST) of the brightness of the at least one gas discharge lamp (10) by determining the lamp current (i_L) or a variable corresponding to the lamp current (i_L).
6. Electronic ballast according to one of claims 3 to 5, characterised in that the setting means (16) set the proportional component or amplification factor of the controller device (1) as a function of the predeterminable desired value (SOLL) in a linear manner.
7. Electronic ballast according to one of claims 3 to 5, characterised in that the setting means (16) set the proportional component or amplification factor of the controller device (1) as a function of the predeterminable desired value (SOLL) in steps.
8. Electronic ballast according to one of claims 3 to 7, characterised in that the controller device (1) has the control response of a PI or PID controller.
9. Electronic ballast according to one of claims 3 to 8, characterised in that the controller device (1) corre-

sponds to a combination of a first control unit (18) controlled purely in terms of software and a second control unit (17) connected thereto and constructed purely in terms of hardware, wherein external control information (SOLL) is fed to the first control unit (18) and internal operating-status information (i_L , i_H) is fed to the second control unit (17).

10. Electronic ballast according to claim 9, characterised in that the desired value (SOLL) is fed to the first control unit (18) and the actual value (IST) is fed to the second control unit (17), in that the first control unit (18) includes the setting means, (16), in that the first control unit (18) is connected to the second control unit (17) by way of a bidirectional connecting line (19), and in that the first control unit (18) determines the manipulated-variable value information, which corresponds to the manipulated-variable value (STELL), as a function of the external control information fed to it with the desired value (SOLL) and the internal operating-status information (i_L , i_H) received from the second control unit (17) by way of the connecting line (19) with the actual value (IST), and transmits this information to the second control unit (17) which, as a function of this manipulated-variable value information, generates a manipulated-variable value signal (STELL) for the controlled variable.

11. Electronic ballast according to claim 9 or 10, characterised in that the first control unit (18) is a programmable microprocessor and the second control unit (17) is an application-specific integrated circuit (ASIC).

12. Electronic ballast according to one of claims 3 to 11, characterised in that the controlled variable relates to the frequency and/or the pulse duty factor of an alternating operating voltage applied to the series-resonant circuit (6, 7).

Revendications

1. Procédé de régulation du fonctionnement d'au moins une lampe à décharge gazeuse (10), selon lequel, à l'aide d'un régulateur (1), on produit, en fonction d'une différence (DIFF) entre une valeur de consigne (SOLL) prédéterminée et une valeur réelle (IST) d'un paramètre de fonctionnement (i_L) donné de la lampe à décharge gazeuse (10) au nombre d'au moins une, une valeur de réglage (STELL) pour au moins une grandeur réglante pour régler la luminosité de la lampe à décharge gazeuse (10) au nombre d'au moins une et selon lequel le régulateur (1) comporte une composante proportionnelle ou un coefficient d'amplification, caractérisé

- en ce qu'on transmet directement la valeur de consigne (SOLL) au régulateur (1) et en ce qu'on règle la valeur de la composante proportionnelle (14) ou du coefficient d'amplification du régulateur (1) en fonction de la valeur de consigne (SOLL) de manière telle que la composante proportionnelle (14) ou le coefficient d'amplification du régulateur (1) soit abaissé pour des valeurs de consigne (SOLL) correspondant à des luminosités fortes et augmenté pour des valeurs de consigne (SOLL) correspondant à des luminosités faibles.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réglage de la composante proportionnelle ou du coefficient d'amplification du régulateur (1) en fonction de la valeur de consigne (SOLL) a lieu de manière linéaire ou graduelle.
3. Ballast électronique pour faire fonctionner au moins une lampe à décharge (10),
comportant un dispositif régulateur (1) qui, en fonction d'une différence (DIFF) entre une valeur de consigne (SOLL) prédéterminée et une valeur réelle (IST) d'un paramètre de fonctionnement (i_L) de la lampe à décharge gazeuse (10), au nombre d'au moins une, produit une valeur de réglage (STELL) pour au moins une grandeur réglante pour régler la luminosité de la lampe à décharge gazeuse (10), au nombre d'au moins une, le régulateur (1) comportant une composante proportionnelle (14) ou un coefficient d'amplification, comportant un circuit de régulation (2) qui comprend un circuit résonant série (6, 7) et, connectée à celui-ci, la lampe à décharge gazeuse (10) au nombre d'au moins une,
- caractérisé
- en ce qu'on transmet directement la valeur de consigne (SOLL) au dispositif régulateur (1), en ce que la ballast électronique comporte des moyens de réglage (16) pour le réglage de la composante proportionnelle (14) ou du coefficient d'amplification du dispositif régulateur (1) en fonction de la valeur de consigne (SOLL), de manière telle que la composante proportionnelle ou le coefficient d'amplification du régulateur (1) soit abaissé pour des valeurs de consigne (SOLL) correspondant à des luminosités fortes et augmenté pour des valeurs de consigne correspondant à des luminosités faibles.
4. Ballast électronique selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif régulateur (1) comprend les moyens de réglage (16).
5. Ballast électronique selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par un dispositif de mesure de valeur réelle (12), qui mesure la valeur réelle (IST) de la luminosité de la lampe à décharge gazeuse (10), au nombre d'au moins une, en déterminant le courant de lampe (i_L) ou une grandeur correspondant au courant de lampe (i_L).
6. Ballast électronique selon une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le moyen de réglage (16) règle la composante proportionnelle ou le coefficient d'amplification du dispositif régulateur (1) de manière linéaire en fonction de la valeur de consigne (SOLL) prédéterminée.
7. Ballast électronique selon une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le moyen de réglage (16) règle la composante proportionnelle ou le coefficient d'amplification du dispositif régulateur (1) de manière graduelle en fonction de la valeur de consigne (SOLL) prédéterminée.
8. Ballast électronique selon une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le dispositif régulateur (1) présente un comportement de régulateur proportionnel-intégral (PI) ou de régulateur proportionnel-intégral-dérivé (PID).
9. Ballast électronique selon une des revendication 3 à 8, caractérisé en ce que le dispositif régulateur (1) est une combinaison d'une première unité de régulation (18) commandée uniquement par logiciel et d'une seconde unité de régulation (17) reposant uniquement sur le matériel, des informations de réglage externes (SOLL) étant envoyées à la première unité de régulation (18) et des informations d'état de fonctionnement (i_L , i_H) internes étant transmises à la seconde unité de régulation (17).
10. Ballast électronique selon la revendication 9, caractérisé en ce que la première unité de régulation (18) reçoit la valeur de consigne (SOLL) et la seconde unité de régulation (17) reçoit la valeur réelle (IST),
en ce que la première unité de régulation (18) comprend les moyens de réglage (16), en ce que la première unité de régulation (18) est connectée à la seconde unité de régulation (17) par une liaison (19) bi-directionnelle et en ce que la première unité de régulation (18), en fonction des informations de réglage externes comprenant la valeur de consigne (SOLL) qui lui sont transmises et des informations d'état de fonctionnement (i_L , i_H) internes comprenant la valeur réelle (IST) reçues de la seconde unité de régulation (17) via la liaison (19), détermine les informations de valeur de réglage correspondant à la valeur de réglage

(STELL) et les transmet à la seconde unité de régulation (17), qui en fonction de ces informations de valeur de réglage, produit un signal de valeur de réglage (STELL) pour la grandeur réglante.

5

11. Ballast électronique selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que la première unité de régulation (18) est un microprocesseur programmable et la seconde unité de régulation (17) un circuit intégré personnalisé (ASIC).

10

12. Ballast électronique selon une des revendications 3 à 11, caractérisé en ce que la grandeur réglante est la fréquence et/ou le rapport cyclique d'une tension alternative de fonctionnement appliquée au circuit résonant série (6, 7).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

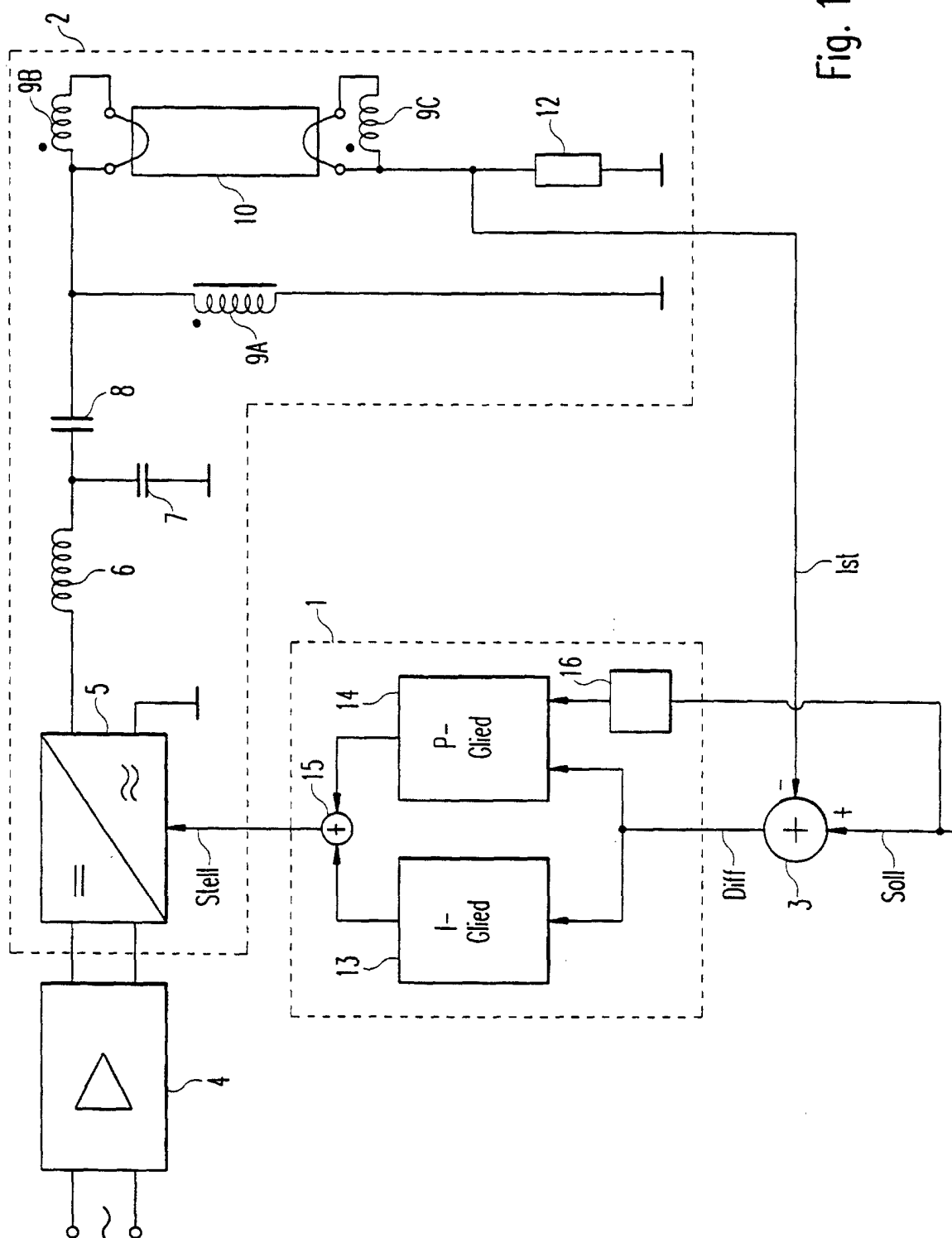
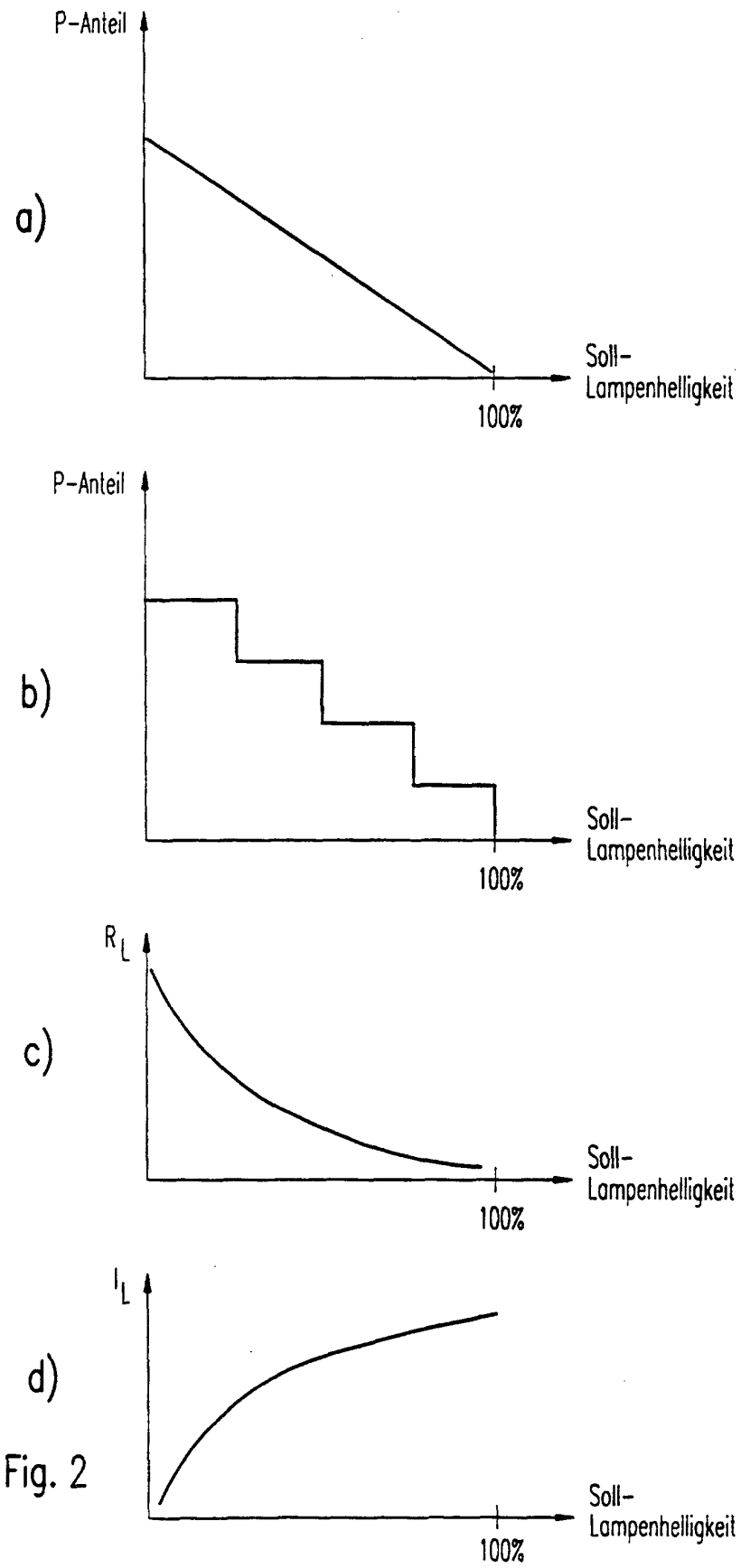


Fig. 1



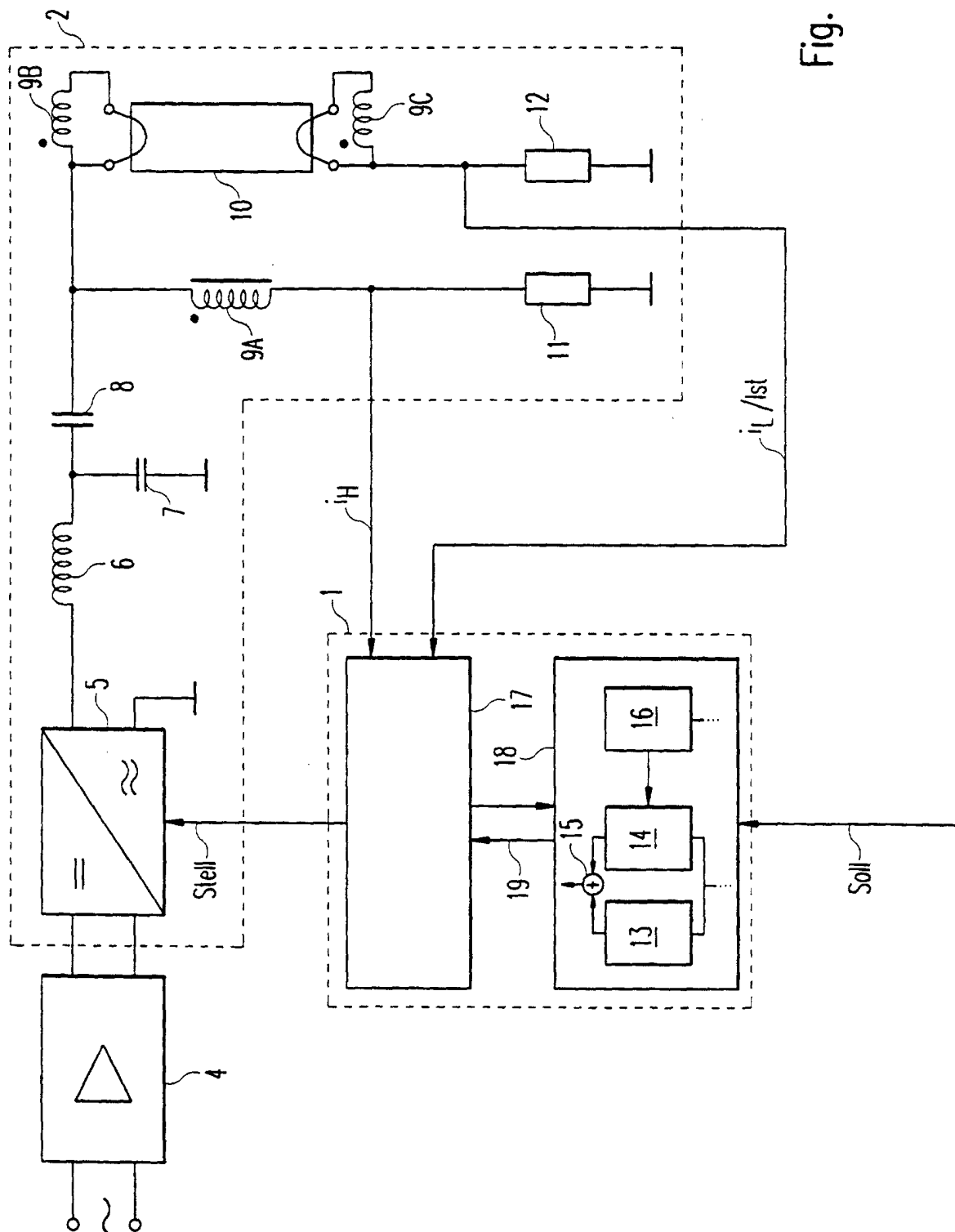


Fig. 3

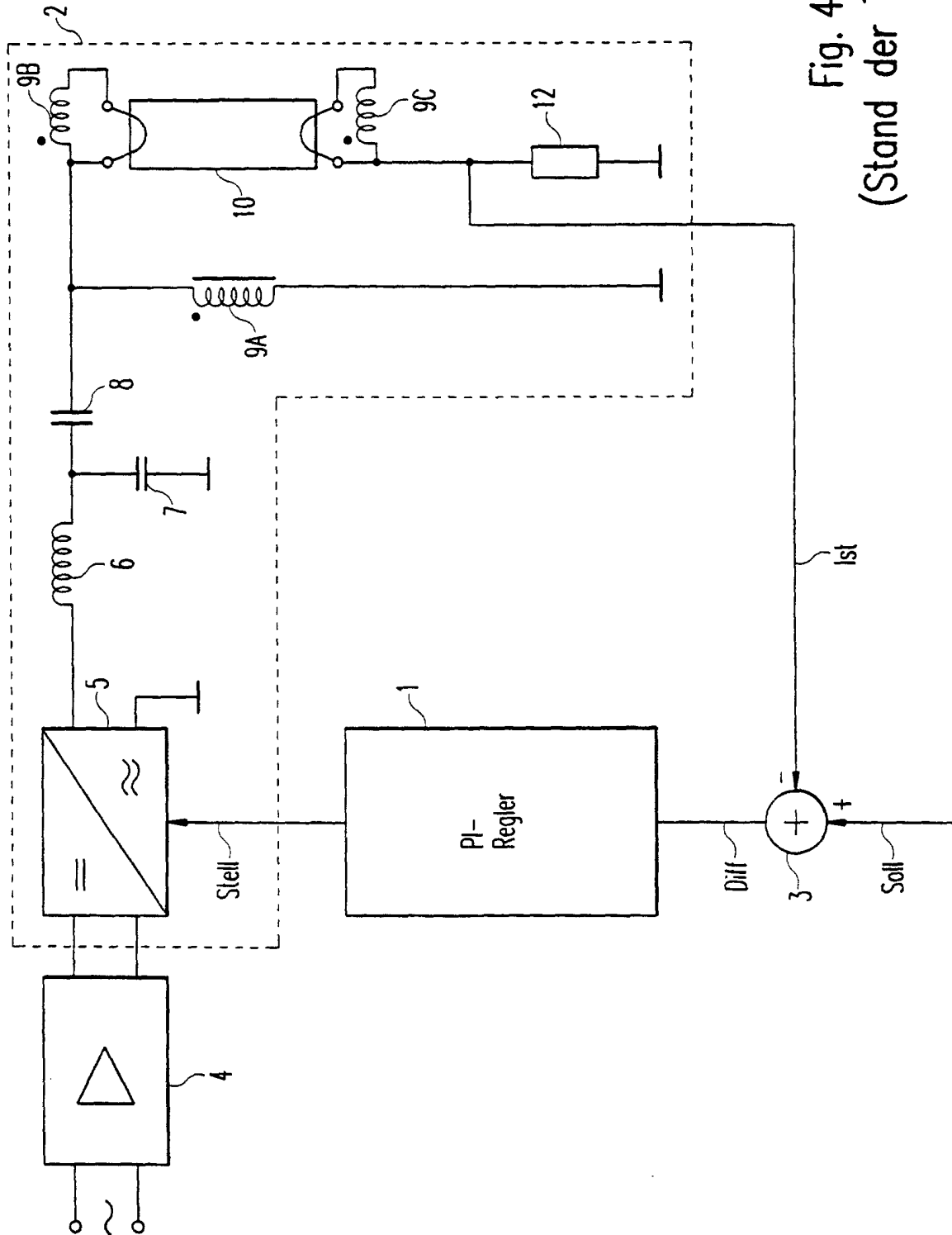


Fig. 4
(Stand der Technik)