

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 702 508 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.1996 Patentblatt 1996/12

(51) Int. Cl.⁶: H05B 41/36, H05B 41/392,
H05B 37/02

(21) Anmeldenummer: 95114572.1

(22) Anmeldetag: 15.09.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(72) Erfinder: Luger, Siegfried
A-6850 Dornbirn (AT)

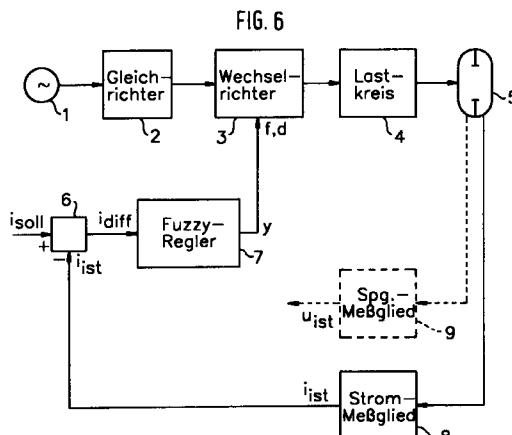
(30) Priorität: 16.09.1994 DE 4433085
08.12.1994 DE 4443784

(74) Vertreter: Schmidt-Evers, Jürgen, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Mitscherlich & Partner,
Sonnenstrasse 33
D-80331 München (DE)

(71) Anmelder: Tridonic Bauelemente GmbH
A-6850 Dornbirn (AT)

(54) Elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen mit unscharfer Logik

(57) Ein Regelsystem für Gasentladungslampen (5) umfaßt einen Fuzzy-Regler (7), der zur Regelung des Lampenstromes der Gasentladunglampe abhängig von einem Istwert des Lampenstromes einen Stellwert für einen Wechselrichter (3) zum Einstellen der Frequenz oder des Tastverhältnisses des Lampenstromes erzeugt. Die Fuzzy-Logik wird des weiteren erfundungsgemäß zum Erkennen des Lampentyps einer geschlossenen Gasentladungslampe (5) eingesetzt, indem anhand verschiedener erfaßter Betriebsparameterwerte während des Betriebes der Gasentladungslampe der Lampentyp der Gasentladungslampe ermittelt wird.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Auf dem Gebiet der elektronischen Vorschaltgeräte sind Vorschaltgeräte bekannt, die mit einem zwangsgesteuerten Oszillator arbeiten und dimmbar sind. Zur Dimmung einer an das elektronische Vorschaltgerät anzuschließenden Gasentladungslampe wird der durch die Lampe fließende Strom verändert. Dies wird mithilfe des gesteuerten Oszillators durch Verändern der Lampenstromfrequenz erreicht. Die Gasentladungslampe wird über einen Serienresonanzkreis in ihrem Lastkreis gesteuert. Entspricht die Frequenz des an die Gasentladungslampe abgegebenen Stromes in etwa der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises, so wird die Lampe gezündet. Durch Verschieben der Stromfrequenz von der Resonanzfrequenz des Serienschwingkreises weg bzw. zur Resonanzfrequenz des Schwingkreises hin kann der Strom der Gasentladungslampe erniedrigt bzw. erhöht werden. Zur Regelung des Lampenstromes wird der Istwert des aktuellen Lampenstromes gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Ein entsprechend vorhandener Stromregler erzeugt aufgrund dieser beiden Werte einen Stellwert für den Strom. Die Lampenspannung stellt sich entsprechend der Lampenkennlinie ein.

Gasentladungslampen weisen eine negative Kennlinie auf. Das heißt, daß die Lampenspannung sinkt, wenn der Lampenstrom steigt. Soll die Lampe heller geregelt werden, so muß der Strom hochgeregelt werden. Dem wirkt aber aufgrund der negativen Kennlinie der Lampe das Abfallen der Lampenspannung entgegen.

Aus diesem Grunde wurde vorgeschlagen, nicht den Lampenstrom, sondern die Lampenleistung, d. h. das Produkt aus Lampenstrom und Lampenspannung, zu regeln. Die Einstellung der Lampenleistung erfolgt dabei wiederum über die Frequenz. Der Istwert der Lampenleistung wird gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Um einen Ausgleich der Regeldifferenz, d.h. der Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert, zu erzielen, wird die Frequenz abhängig vom Vorzeichen der Regeldifferenz von der Resonanzfrequenz des im Lastkreis der Lampe vorhandenen Serienresonanzkreises weg bzw. zu der Resonanzfrequenz hin verschoben. Derartige Vorschaltgeräte weisen jedoch den Nachteil auf, daß lediglich die Lampenleistung überwacht werden kann. Da nur das Produkt aus Lampenspannung und Lampenstrom geregelt wird, ist nicht ausgeschlossen, daß das elektronische Vorschaltgerät ggf. in einen instabilen oder nicht zulässigen Bereich gesteuert wird. So ist beispielsweise denkbar, daß ein Grenzwert für die maximal zulässige Lampenleistung eingehalten wird, jedoch ein Grenzwert für einen maximal zulässigen Lampenstrom überschritten wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes elektronisches Vorschaltgerät für Gasentla-

dungslampen anzugeben, welches insbesondere die vorstehend erläuterten Nachteile vermeidet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 mit den im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Erfindungsgemäß wird von der Fuzzy-Logik-Regeltechnik Gebrauch gemacht, d.h. die Helligkeit der angeschlossenen Gasentladungslampe wird von einem Fuzzy-Regler geregelt, der abhängig von mindestens einer Eingangsgröße einen Stellwert für eine physikalische Größe des Wechselrichters oder des Lastkreises des elektronischen Vorschaltgeräts erzeugt. Vorzugsweise wird dabei der Lampenstrom geregelt, d.h. der Istwert des Lampenstromes wird erfaßt, einem Vergleicher zugeführt, der den Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht und die daraus gewonnene Regeldifferenz an den Fuzzy-Regler weitergibt. Der Fuzzy-Regler erzeugt gemäß den Regeln der Fuzzy-Logik abhängig von der Regeldifferenz ein Stellwertsignal für den Wechselrichter oder den Lastkreis. Vorzugsweise wird durch das Stellwertsignal des Fuzzy-Reglers die Frequenz oder das Tastverhältnis des Lampenstromes oder der Lampenspannung eingestellt. Der Fuzzy-Regler gewährleistet durch Aufstellen von Entscheidungsregeln, in die entsprechende Erfahrungswerte einfließen können, daß die Lampe nicht in instabile Bereiche gesteuert wird.

Anstelle der Stromregelung ist auch eine Spannungs- oder Leistungsregelung denkbar.

Für eine umfassende Regelung der Lampenhelligkeit können des weiteren die Umgebungstemperatur und/oder der Wendelwiderstand der Gasentladungslampe erfaßt und dem Fuzzy-Regler zugeführt werden. Mithilfe dieser Informationen kann der Fuzzy-Regler im Zusammenhang mit der erfaßten Lampenspannung eine Aussage über den Alterungsgrad der angeschlossenen Gasentladungslampe machen.

Das Sollwertsignal des Vergleichers der Regeleinrichtung kann sowohl extern, z.B. über einen Dimmer, veränderbar als auch als vorgegebener Festwert gespeichert sein.

Des weiteren wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, den Fuzzy-Regler als exponentielles oder logarithmisches Funktionsglied einzusetzen, so daß zwischen der Ausgangsgröße des Fuzzy-Reglers und seiner Eingangsgröße ein exponentieller bzw. logarithmischer Zusammenhang besteht. Dies ist - wie noch nachfolgend erläutert werden wird - besonders vorteilhaft, um einen linearen Zusammenhang zwischen der von der Gasentladungslampe aufgenommenen Helligkeitsleistung und der vom Beobachter subjektiv empfundenen Helligkeit herzustellen.

Eine Besonderheit der Fuzzy-Logik liegt darin, daß nicht sämtliche Eingangsgrößen zur Gewinnung der Ausgangsgröße ausgewertet werden müssen. Erreicht z.B. eine oder mehrere der Eingangsgrößen einen vorgegebenen Grenzwert, so stellt der Fuzzy-Regler unabhängig von den restlichen Eingangsgrößen die

Ausgangsgröße auf einen bestimmten Wert ein. Der Ausgangswert des Fuzzy-Reglers hängt lediglich von der Gestaltung der Entscheidungsregeln, d.h. den sogenannten Fuzzy-Regeln, ab.

Vorteilhaft wird des weiteren die Fuzzy-Logik auch zur Erkennung des Lampentyps der angeschlossenen Gasentladungslampe eingesetzt. Aus der EP-A-0 413 991 ist bekannt, die Zündspannung der angeschlossenen Gasentladungslampe zu ermitteln und aufgrund der ermittelten Zündspannung auf den Lampentyp zu schließen. Die Bestimmung der Zündspannung hängt jedoch unter anderem vom Hersteller, dem Alterungsgrad, der Gasfüllung und der Heizung der Lampe ab, so daß sich insgesamt Schwankungen im Bereich zwischen 10% und 20% beim Ermitteln der Zündspannung ergeben können.

Anspruch 13 gibt ein neues Verfahren an, mit dessen Hilfe durch Ermitteln von mindestens einem Betriebsparameter nach Inbetriebnahme der Gasentladungslampe der Lampentyp festgestellt werden kann. Die erfindungsgemäße Lösung weist den Vorteil auf, daß mehrere unterschiedliche Betriebsparameter zur Auswertung des Lampentyps herangezogen werden können, die unterschiedliche Schwankungsanfälligen aufweisen. Vorteilhaft wird aus diesem Grund zum Ermitteln des Lampentyps die Fuzzy-Logik eingesetzt, die es aufgrund der freien Gestaltung der Fuzzy-Regeln erlaubt, die einzelnen Betriebsparameter einzeln oder in Kombination auszuwerten. Eine entsprechende Lösung wird in Anspruch 14 angegeben.

Wurde der Lampentyp der angeschlossenen Gasentladungslampe festgestellt, so wird dieser vorzugsweise in einem Speicher in Form von verschiedenen Betriebsparametern oder in Form der entsprechenden Lampenkennlinie gespeichert, so daß der Lampentyp nicht ständig überprüft und ermittelt werden muß, solange die entsprechende Gasentladungslampe nicht ausgewechselt worden ist. Ein Austauschen der Lampe kann dabei durch Erfassen einer eventuellen Unterbrechung des Heizstromkreises ermittelt werden.

Nach Feststellen des Lampentyps regelt der entsprechende Regler des elektronischen Vorschaltgerätes die Helligkeit der angeschlossenen Gasentladungslampe in Abhängigkeit von deren Typ. Idealerweise wird der festgestellte Lampentyp optisch und/oder akustisch angezeigt, so daß der Benutzer ständig Kenntnis über den eingesetzten Lampentyp besitzt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 - Fig. 4 Darstellungen zur Erläuterung der allgemeinen Funktionsweise der Fuzzy-Logik,

Fig. 5 ein Diagramm zur vergleichsweisen Gegenüberstellung der Helligkeitskennlinie eines herkömmlichen Reglers mit der eines Fuzzy-Reglers,

Fig. 6 ein symbolisches Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 7 ein symbolisches Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 8a - 8d Darstellungen, die den Einsatz des erfindungsgemäßen Fuzzy-Reglers als exponentielles Funktionsglied verdeutlichen,

Fig. 9 ein symbolisches Blockschaltbild zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Lampenerkennung, und

Fig. 10 ein Strom-Spannungs-Diagramm des Lampenstromes und der Lampenspannung zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem aus den Strom-Spannungs-Kennlinien der Lampentyp der angeschlossenen Gasentladungslampe abgeleitet werden kann.

Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

Wie zuvor erwähnt, wird erfindungsgemäß in einem elektronischen Vorschaltgerät für Gasentladungslampen die Fuzzy-Logik eingesetzt. Die allgemein gültigen Aussagen der Fuzzy-Logik sollen im folgenden kurz dargestellt werden.

Fuzzy-Logik ist eine Logik, die mit unpräzisen Aussagen arbeitet. Die einzelnen Größen der Fuzzy-Logik werden quantifiziert, d.h. es sind für jede Größe nur bestimmte Wertebereiche zugelassen. Die Quantifizierung der einzelnen Größen erfolgt nach sogenannten Zugehörigkeitsfunktionen, wobei dem aktuellen Wert einer Eingangsgröße der Fuzzy-Logik ein entsprechender Wertebereich gemäß seiner Zugehörigkeitsfunktion und ein entsprechender Wahrheitswert (Erfüllungsgrad) zugewiesen wird. Die quantifizierten Eingangsgrößen werden mit ihren Wahrheitswerten entsprechend bestimmter Entscheidungsregeln kombiniert, so daß eine - ebenfalls quantifizierte - Ausgangsgröße des Fuzzy-Logik-Systems abgeleitet werden kann. Die quantifizierte Ausgangsgröße wird abschließend in eine konkrete Ausgangsgröße nach einer bestimmten Methode umgewandelt.

Die prinzipielle Vorgehensweise der Fuzzy-Logik soll nun anhand des Beispiels einer Temperaturregelung, wie sie beispielsweise im Bericht "Technology Profile Fuzzy Logic", Marcello Hoffmann, SRI International, Juni 1994, beschrieben ist, erläutert werden.

Es sei angenommen, daß die Heizung eines Zimmers abhängig von der Innen- und Außentemperatur des Zimmers geregelt werden soll. Wie in Figur 1 gezeigt, werden die beiden Eingangsgrößen, d.h. die Innen- und Außentemperatur, und die Ausgangsgröße, d.h. beispielsweise der Stellwert für die Temperatur des Heizungskessels, nach entsprechenden Zugehörigkeitsfunktionen quantifiziert. Jeder Größe

sind lediglich fünf Wertebereiche zugewiesen, die gemäß ihrer entsprechenden Zugehörigkeitsfunktion gegeneinander abgegrenzt sind. Der in Figur 1 dargestellte Verlauf der Zugehörigkeitsfunktionen ist keineswegs zwingend. Die einzelnen Bereiche können auch wahlweise nicht überlappend und nicht dreiecksförmig ausgestaltet sein. Ein konkreter Eingangswert des Fuzzy-Reglers wird nun anhand seiner entsprechenden Zugehörigkeitsfunktion einem oder mehreren der Bereiche zugeordnet, abhängig davon, ob sich die Bereiche für den konkreten Eingangswert überschneiden oder nicht. Des Weiteren wird für den konkreten Eingangswert und für jeden seiner zugewiesenen Bereiche ein entsprechender Wahrheitswert bzw. Erfüllungsgrad ermittelt.

Zur Erläuterung dieser Vorgehensweise sei angenommen, daß für die beiden Eingangsgrößen fünf Wertebereiche "kalt", "kühl", "angenehm", "warm" und "heiß" bereitstehen. Der Wertebereich "kühl" verläuft beispielsweise zwischen 10°C und 20°C. Würde die Eingangsgröße A 15°C betragen, würde ihr der Wertebereich "kühl" mit einem Wahrheitswert von 1,0 zugewiesen werden. Für einen entsprechend niedrigeren oder höheren Wert in diesem Wertebereich wird der dazugehörige Wahrheitswert gemäß der Zugehörigkeitsfunktion verringert.

Analog dazu wird auch die Ausgangsgröße des Reglers quantifiziert, d.h. in bestimmte Wertebereiche unterteilt. Wie in Figur 1 gezeigt, stehen für die Ausgangsgröße die Bezeichner (Label) "starke Erwärmung", "leichte Erwärmung", "gleichbleibend", "leichte Abkühlung" und "starke Abkühlung" zur Verfügung, die jeweils zwischen bestimmten Temperaturgrenzen definiert sind. Die einzelnen Temperaturgrenzen werden nach bestimmten Erfahrungswerten festgelegt. Ergibt sich für die Ausgangsgröße der Bezeichner "leichte Abkühlung" mit einem Wahrheitswert von 1,0, so würde dies den Stellwert T_4 für die Heizung bedeuten. Ergibt sich für die Ausgangsgröße ein entsprechend niedriger Wahrheitswert, so verändert sich der Stellwert für die Heizung gemäß der Zugehörigkeitsfunktion C.

Der Vorgang der Quantifizierung der Eingangsgrößen und der Ausgangsgröße wird als "Fuzzifizierung" bzw. "Defuzzifizierung" bezeichnet. Im folgenden soll exemplarisch davon ausgegangen werden, daß die InnenTemperatur, wie in Figur 1 gezeigt, 12°C und die AußenTemperatur 17°C beträgt. Entsprechend den in Figur 1 dargestellten Zugehörigkeitsfunktionen ergibt sich somit für die Einheitsgröße A ein Wahrheitswert 0,7 für den Bezeichner "kalt" und ein Wahrheitswert 0,3 für den Bezeichner "kühl". Für die Eingangsgröße B ergibt sich ein Wahrheitswert 0,8 für den Bezeichner "kühl" und ein Wahrheitswert 0,3 für den Bezeichner "angenehm". Durch die Zugehörigkeitsfunktionen werden somit für jeden konkreten Eingangswert der Innen- und AußenTemperatur jeweils ein Wertepaar, bestehend aus einem Bezeichner und einem dazugehörigen Wahrheitswert, erzeugt. Da sich bei dem in Figur 1 gezeigten Beispiel die einzelnen Wertebereiche für die gewählten Tempe-

raturwerte überschneiden, ergeben sich insgesamt vier Wertepaare, die zum Auffinden eines konkreten Stellwertes für die Heizkesseltemperatur miteinander kombiniert werden müssen. Die einzelnen Wertepaare werden jeweils kreuzweise miteinander kombiniert, wobei die Gesetzmäßigkeiten der Fuzzy-Logik zu beachten sind. Figur 2 zeigt die Gesetzmäßigkeiten der Fuzzy-Logik im Vergleich zur Booleschen Logik. Für die Kombination der diskreten Werte A und B mit einem Wahrheitsgehalt von 1 oder 0 entspricht die Fuzzy-Logik der Booleschen Logik. Weist jedoch eine der Eingangsgrößen A und B einen Wert zwischen 0 und 1 auf, so versagt die Boolesche Logik. Die Fuzzy-Logik liefert für eine UND-Kombination der Eingangsgrößen den Minimalwert der beiden Eingangsgrößen und für eine ODER-Kombination den Maximalwert der beiden Eingangsgrößen, so daß im Prinzip die Fuzzy-Logik der Booleschen Logik entspricht, jedoch mit der Ausnahme, daß die Fuzzy-Logik auch unscharfe Werte zwischen 0 und 1 miteinander kombinieren kann.

Die einzelnen Wertepaare der Eingangsgrößen A und B, die entsprechend den Zugehörigkeitsfunktionen in Figur 1 gewonnen wurden, werden nunmehr nach bestimmten Regeln, den sogenannten Fuzzy-Regeln, miteinander kombiniert. Für jeweils eine Kombination eines Wertepaars der Eingangsgröße A mit einem Wertepaar der Eingangsgröße B ergibt sich eine bestimmte quantifizierte Ausgangsgröße C. Die einzelnen Fuzzy-Regeln werden nach bestimmten Erfahrungswerten aufgestellt. Ein entsprechendes Kombinationsdiagramm zeigt Figur 3 mit der dazugehörigen Legende. Die Zuordnung eines bestimmten Bezeichners der Ausgangsgröße C zu einer bestimmten Kombination der Eingangsgrößen A und B erfolgt vorerst ohne Berücksichtigung der entsprechenden Wahrheitswerte. Aus Figur 3 kann beispielsweise abgelesen werden, daß sich für die Eingangsgröße A mit dem Bezeichner "kalt" und die Eingangsgröße B mit dem Bezeichner "kühl" der Bezeichner der Ausgangsgröße C "starke Erwärmung" ergibt. Die jeweils zwei Wertepaare der Eingangsgröße A und B werden entsprechend dem in Figur 3 gezeigten Diagramm, das die Fuzzy-Regeln für dieses Beispiel darstellt, miteinander kombiniert, so daß sich insgesamt vier Kombinationsvariationen der Eingangsgröße A und der Eingangsgröße B mit ihren entsprechenden Wahrheitswerten ergibt. Die einzelnen Kombinationsmöglichkeiten sind in Figur 4a dargestellt. Für die Kombination der einzelnen Bezeichner der Eingangsgrößen A und B wird ein Bezeichner der Ausgangsgröße C gemäß dem in Figur 3 dargestellten Diagramm ermittelt. Dem Bezeichner wird anschließend nach den in Figur 2 gezeigten Rechenregeln der Fuzzy-Logik aus den Wahrheitswerten der einzelnen Wertepaare für die Eingangsgrößen A und B ebenfalls ein Wahrheitswert zugewiesen. Wie zuvor beschrieben, entspricht der Wahrheitswert der quantifizierten Ausgangsgröße C dem Minimum der beiden Wahrheitswerte der miteinander kombinierten Eingangsgrößen A und B. Auf diese Weise wird für jede Kombination der aus jeweils einem

Bezeichner und einem Wahrheitswert bestehenden Wertepaaren der Eingangsgröße A und B ein aus einem Bezeichner und einem Wahrheitswert bestehendes Wertepaar für die quantifizierte Ausgangsgröße C ermittelt. In diesem Beispiel werden somit, wie in Figur 4a gezeigt, vier Wertepaare für die Ausgangsgröße C erhalten.

Der letzte verbleibende Schritt zur Ermittlung einer konkreten Stellgröße für die Heizung ist die Umsetzung der vier Wertepaare der quantifizierten Ausgangsgröße C in einen konkreten Regler-Stellwert. Zu diesem Zweck werden die vier verschiedenen Wertepaare der Ausgangsgröße C miteinander kombiniert, um einen bestimmten konkreten Stellwert zu erhalten. Dieser Vorgang wird Defuzzifizierung genannt.

Für den Vorgang der Defuzzifizierung sind verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden. Die gebräuchlichste Methode ist jedoch die sogenannte Flächenschwerpunkt-Methode, die mit gewichteten Anteilen arbeitet und so quasi ein gewichtetes Mittel aus den einzelnen Wertepaaren der quantifizierten Ausgangsgröße C bildet.

Figur 4b soll die Funktionsweise dieser Methode verdeutlichen. Über die einzelnen Bezeichner der Ausgangsgröße C werden jeweils ihre dazugehörigen Wahrheitswerte aufgetragen. Nach Figur 4a ergab sich für die quantifizierte Ausgangsgröße C einmal der Bezeichner "starke Erwärmung" mit einem Wahrheitswert 0,7 und dreimal der Bezeichner "leichte Erwärmung" mit jeweils einem Wahrheitswert 0,3. Die restlichen Bezeichner der dazugehörigen Zugehörigkeitsfunktion C wurden nicht ermittelt, was jeweils einem Wahrheitswert 0 für diese Bezeichner entspricht. Für das somit gewonnene Gebilde wird nach folgender Formel der Schwerpunkt berechnet:

$$T_{\text{Stell}} = \frac{T_1 \cdot 0,7 + (0,3 + 0,3 + 0,3) T_2}{0,7 + 0,3 + 0,3 + 0,3}$$

Der berechnete Schwerpunkt entspricht in diesem Beispiel dem konkreten Stellwert für die Heizkesseltemperatur. Wird beispielsweise angenommen, daß T_1 einer Heizkesseltemperatur der Heizung von 80°C und T_2 einer Heizkesseltemperatur von 70°C entspricht, so ergäbe sich als Stellwert für die Heizkesseltemperatur 74°C.

Auf diese Weise kann mithilfe der Fuzzy-Logik schnell und einfach mithilfe von unscharfen Begriffen und entsprechenden Wahrheitswerten konkrete Stellwerte für einen Regler ermittelt werden. Insbesondere auf dem Gebiet der Programmierung weist die Fuzzy-Logik viele Vorteile auf, da auf kostengünstige Weise schnell automatische Anwendungen umgesetzt werden können.

Erfindungsgemäß wird die zuvor beschriebene Fuzzy-Logik bei einem elektronischen Vorschaltgerät für Gasentladungslampen angewendet.

Aufgrund der Anwendung der Fuzzy-Logik ergeben sich für das erfindungsgemäße elektronische Vorschalt-

gerät gegenüber dem bekannten elektronischen Vorschaltgerät eine Reihe von Vorteilen. Die prinzipiellen Vorteile der Fuzzy-Logik sind beispielsweise in "Fuzzy-Logik, die unscharfe Logik erobert die Technik", Daniel McNeill und Paul Freiberger, Droemer Knaur Verlag, 1994, beschrieben. So weist beispielsweise die Logik-Regelung gegenüber einer digitalen Regelung den Vorteil auf, daß eine eventuell bestehende Regeldifferenz schrittweise reduziert wird, während bei vergleichbaren digitalen Reglern oft der angestrebte Soll-Wert über- bzw unterschritten wird, so daß diese Übetregelung wieder rasch kompensiert werden muß. Dieser Vorteil der Fuzzy-Logik kann insbesondere beim Zünden von Gasentladungslampen ausgenutzt werden. Gasentladungslampen werden durch Annähern der Frequenz des Lampenstromes an die Resonanzfrequenz des im Lastkreis vorhandenen Serienresonanzkreises eingeschaltet bzw. gezündet. Soll die Lampe nach dem Einschalten auf einer niedrigen Helligkeit betrieben werden, so ist es erforderlich, nach dem Einschalten die Helligkeit der Lampe schnell herunterzuregeln, wobei bei gewöhnlichen Systemen Unterschwinger unter die gewünschte Helligkeit auftreten, was im schlimmsten Fall zum Erlöschen der Lampe führen kann.

In Figur 5 ist mit (a) die zeitabhängige Kennlinie der Lampenhelligkeit E während eines Zündvorganges der Gasentladungslampe dargestellt. Es ist ersichtlich, daß während des Herunterregelns der Lampenhelligkeit es zu einem Unterschreiten der angestrebten Soll-Helligkeit E_{soll} kommt, so daß zum Erreichen des Sollwertes eine Kompensationsregelung notwendig ist. Mit der Fuzzy-Logik ist dagegen ein verbessertes Annähern an den gewünschten Helligkeitswert ohne Über- oder Unterschwinger möglich. In Figur 5 ist zum Vergleich die mit einem Fuzzy-Regler erzielbare Helligkeit-Kennlinie (b) dargestellt.

Des weiteren ist mithilfe der Fuzzy-Logik ein besonders schnelles Ansprechen bzw. Einstellen der Ausgangsgröße möglich, so daß bei Verwendung eines Fuzzy-Reglers eine bestehende Regeldifferenz, wie auch aus Fig. 5 ersichtlich, schneller kompensiert werden kann. Weitere Vorteile der Fuzzy-Logik sind darin zu sehen, daß im Vergleich zu bekannten Regelsystemen weniger Information benötigt wird und zusätzlich dieser Information unmittelbar verbale Formulierungen entnommen werden können, da die Fuzzy-Logik mit linguistischen Begriffen arbeitet. Aus diesem Grund kann auch menschliches Wissen auf einfache Art und Weise in das System eingebbracht werden, ohne daß eine Übersetzung in komplexe mathematische Modelle nötig wäre.

Erfindungsgemäß wird die zuvor beschriebene Fuzzy-Logik bei einem elektronischen Vorschaltgerät für Gasentladungslampen angewendet. Figur 6 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes.

Das elektronische Vorschaltgerät umfaßt einen von einer Versorgungsspannungsquelle 1 gespeisten Gleichrichter 2, der mit einem Wechselrichter 3 verbunden ist. An den Wechselrichter 3 ist ein Lastkreis 4 ange-

schlossen, der zur Ansteuerung einer Gasentladungslampe 5 dient und gewöhnlich u.a. einen Serienresonanzkreis zum Zünden der angeschlossenen Gasentladungslampe 5 enthält. Des weiteren umfaßt das elektronische Vorschaltgerät eine Regeleinrichtung, die einen Regler 7 und einen Vergleicher 6 umfaßt. Erfindungsgemäß ist der Regler 7 als Fuzzy-Regler ausgebildet. Die Regelvorrichtung kann im elektronischen Vorschaltgerät oder auch extern angeordnet sein. Vorzugsweise wird der Lampenstrom der angeschlossenen Gasentladungslampe 5 geregelt. Zu diesem Zweck wird von einem Strom-Meßglied 8 der Lampenstrom erfaßt und der augenblickliche Istwert des Lampenstromes i_{ist} an den Vergleicher 6 der Regeleinrichtung abgegeben. Der Vergleicher 6 vergleicht den Istwert i_{ist} des Lampenstromes mit einem vorgegebenen Lampenstromsollwert i_{soll} , wobei der Stromsollwert i_{soll} einem vorgegebenen Dimm-Sollwert entspricht, der beispielsweise von einem Dimmer an den Vergleicher 6 abgegeben wird. Der Stromsollwert i_{soll} bzw. der vorgegebene Dimm-Sollwert können sowohl zeitlich manuell verändert werden, wie dies beispielsweise bei gewöhnlichen Dimmeinrichtungen der Fall ist, als auch in Form eines beispielsweise gespeicherten unveränderbaren Festwertes vorliegen. Der Vergleicher 6 ermittelt aufgrund des Vergleiches des Stromsollwertes i_{soll} mit dem Istwert i_{ist} einen Regeldifferenzwert i_{diff} , der an dem Fuzzy-Regler 7 anliegt. Der Fuzzy-Regler erzeugt abhängig von der Eingangsgröße i_{diff} einen Stellwert y für den Wechselrichter 3. Gewöhnlich wird die Lampenhelligkeit durch Einstellen der Frequenz f oder des Tastverhältnisses d des Lampenstromes der angeschlossenen Gasentladungslampe 5 eingestellt. Mithilfe des Fuzzy-Reglers können jedoch auch Stellwerte für andere physikalische Größen des Wechselrichters 3 oder des Lastkreises 4 erzeugt werden. Ebenso ist die Erfindung nicht auf das in Figur 6 gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr kann der Fuzzy-Regler auch zum Regeln der Lampenspannung oder der Lampenleistung eingesetzt werden. Zu diesem Zweck wird, wie in Figur 6 gestrichelt ange deutet, ein Spannungs-Meßglied 9 vorgesehen, das die augenblickliche Lampenspannung erfaßt und einen Istwert der Lampenspannung u_{ist} erzeugt. Um die Lampenspannung regeln zu können, wird dann das von dem Spannungs-Meßglied 9 ermittelte Lampenspannungs-Istwertsignal u_{ist} anstelle des Lampenstrom-Istwertsignals i_{ist} an den Vergleicher 6 angelegt und dort mit einem Spannungs-Sollwert verglichen, wobei der Vergleicher 6 dann ein entsprechendes Regeldifferenzsignal der Spannung an den Fuzzy-Regler abgibt. Soll die Lampenleistung geregelt werden, so sind die von dem Strom-Meßglied 8 und dem Spannungs-Meßglied 9 gelieferten Istwerte i_{ist} bzw. u_{ist} miteinander zu multiplizieren, beispielsweise mithilfe eines Multiplizierers, und der dadurch erhaltene Leistungs-Istwert an den Vergleicher 6 anzulegen, der daraus durch Vergleich mit einem vorgegebenen Leistungs-Sollwert ein entsprechendes Regeldifferenzsignal an den Fuzzy-Regler anlegt. Allerdings soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden,

daß die Stromregelung, wie sie in Figur 6 gezeigt ist, die gängige Regelungsart darstellt. Der Grund dafür ist darin zu sehen, daß aufgrund der negativen Kennlinie der Lampe für einen Lampen-Spannungswert mehrere Lampen-Stromwerte zugeordnet werden können, so daß bei einer Spannungsregelung Mehrdeutigkeiten auftreten würden. Im Gegensatz dazu existiert für jeden Lampen-Stromwert lediglich ein einziger Lampen-Spannungswert, so daß mithilfe der Stromregelung Mehrdeutigkeiten vermieden werden.

Ebenso ist es erfindungsgemäß auch möglich, die vom Spannungs-Meßglied 9 erfaßte Lampenspannung u_{ist} direkt an den Fuzzy-Regler 7 als weitere Eingangsgröße des Fuzzy-Reglers 7 anzulegen. In diesem Fall kombiniert dann der Fuzzy-Regler 7 die beiden Eingangsgrößen i_{diff} und u_{ist} , die in fuzzifizierter Form vorliegen, und ermittelt anhand vorher aufgestellter Entscheidungsregeln ein entsprechendes Stellwertsignal y für den Wechselrichter 3 oder den Lastkreis 4 des elektronischen Vorschaltgerätes. Aufgrund der zuvor beschriebenen Eigenschaften der Fuzzy-Logik ist es prinzipiell im Gegensatz zu herkömmlichen Reglern möglich, bestimmte Eingangsgrößen auszuwerten und miteinander zu kombinieren, wobei weder die Eingangsgrößen noch die Ausgangsgröße derselben physikalischen Größe (z.B. Strom oder Spannung) angehören müssen. Als weitere Eingangsgrößen können z.B. auch Istwerte der Außentemperatur und/oder des Wendelwiderstands der Gasentladungslampe dem Fuzzy-Regler 7 zugeführt werden. Dies wird anhand eines nachfolgenden Ausführungsbeispieles noch näher erläutert werden. Aufgrund der Eigenschaft der Fuzzy-Logik kann mithilfe der erfindungsgemäßen Schaltung die Helligkeit der angeschlossenen Gasentladungslampe 5 sehr effektiv, schnell und einfach eingestellt werden. Zu diesem Zweck werden sämtliche Eingangsgrößen des Fuzzy-Reglers 7 sowie die Ausgangsgröße (n) des Fuzzy-Reglers fuzzifiziert. Aus einem konkreten Wertpaar der an dem Fuzzy-Regler anliegenden Eingangsgrößen werden ein bzw. mehrere fuzzifizierte Werte für die Ausgangsgröße des Fuzzy-Reglers 7 gewonnen und daraus ein konkreter Wert für die Ausgangsgröße mittels Defuzzifizierung - wie zuvor beschrieben - abgeleitet. Wie in Figur 6 gezeigt, wird der konkrete defuzzifizierte Stellwert y des Fuzzy-Reglers 7 an den Wechselrichter 3 oder den Lastkreis 4 angelegt, um vorzugsweise die Frequenz oder das Tastverhältnis des Lampenstromes oder der Lampenspannung einzustellen.

Figur 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das sich von den dem in Figur 6 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel darin unterscheidet, daß, wie bereits zuvor beschrieben, auch die Lampenspannung von einem Spannungs-Meßglied 9 überwacht und ein entsprechender Lampenspannungs-Istwert u_{ist} an den Fuzzy-Regler 7 als weitere Eingangsgröße angelegt wird. Des weiteren erzeugt in Figur 7 der Fuzzy-Regler 7 neben dem Stellwert y für den Wechselrichter 3 ein weiteres Ausgangssignal z . In der Zeichnung sind die jeweils sich entsprechenden Teile der Blockschaltbilder durch

identische Bezugszeichen gekennzeichnet. Bei dem in Figur 7 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel kann der Fuzzy-Regler 7 mithilfe der zugeführten Spannung u_{ist} auf die Alterung der angeschlossenen Gasentladungslampe 5 rückschließen. Zu diesem Zweck weist der Fuzzy-Regler gemäß der Fuzzy-Logik jeden fuzzifizierten Lampenspannungswert u_{ist} anhand vorher aufgestellter Entscheidungsregeln einen entsprechenden Alterungsgrad zu, wobei auch die Alterungsgrade in fuzzifizierter Form vorliegen. Nach erfolgter Defuzzifizierung des Alterungsgrades, d.h. der Umsetzung des fuzzifizierten Alterungsgrades in einen konkreten Alterungswert, gibt der Fuzzy-Regler 7 das entsprechende Ausgangssignal z aus. Des weiteren kann auch die rückgeführte Spannung u_{ist} zur Konstantregelung der Lampenleistung eingesetzt werden. Die Lampenspannung der Gasentladungslampe 5 ändert sich abhängig von der Umgebungstemperatur, so daß es zur Konstantregelung der Lampenleistung erforderlich ist, abhängig von der augenblicklichen Lampenspannung u_{ist} den Stromwert zu erhöhen oder zu erniedrigen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Helligkeit der angeschlossenen Gasentladungslampe in etwa proportional zur Lampenleistung verläuft. In Figur 7 ist ebenfalls angedeutet, daß neben dem Regeldifferenzwert i_{diff} alternativ oder wahlweise auch dessen zeitlicher Gradient i'_{diff} , d.h. die zeitliche Änderung der Regeldifferenz i_{diff} , dem Fuzzy-Regler 7 zugeführt werden kann, da beispielsweise auch bei der Erkennung des Alterungsgrads der angeschlossenen Gasentladungslampe die zeitliche Änderungsgeschwindigkeit des Lampenstromes interessieren und dementsprechend zum Ermitteln des Alterungsgrads herangezogen werden kann.

An dieser Stelle sei auf eine weitere Einsatzmöglichkeit des Fuzzy-Reglers 7 im Zusammenhang mit elektronischen Vorschaltgeräten für Gasentladungslampen hingewiesen. Es ist allgemein bekannt, daß zwischen der von einer Lampe aufgenommenen Helligkeitsleistung und dem subjektiven Empfinden eines Beobachters ein logarithmischer Zusammenhang besteht, wie dies beispielsweise in Figur 8d gezeigt ist. Dies bedeutet zum einen, daß bei einer Verdoppelung der von einer Lampe aufgenommenen Helligkeitsleistung vom Beobachter nicht auch eine Verdoppelung der Helligkeit wahrgenommen wird. Zum anderen folgt daraus, daß für eine lineare Steigerung des Empfindens gegenüber der von der Lampe aufgenommenen Helligkeitsleistung eine exponentielle Steigerung der von der Lampe aufgenommenen Helligkeitsleistung erforderlich ist, so daß ein linearer Zusammenhang zwischen der Helligkeitsleistung der Lampe und dem realen Empfinden des Beobachters gewährleistet werden kann.

Aus der Zeitschrift "Elektronik", Ausgabe 9/1994, S.80, ist es bekannt, derartige exponentielle Verzerrungen mit einem Fuzzy-Bauteil zu realisieren. Dies sei nachfolgend anhand der Figuren 8a - 8c verdeutlicht. Unter Bezugnahme auf Figur 8a sei angenommen, daß eine Eingangsgröße X des Fuzzy-Bauteils einen Wertebereich von 0-100 besitzt und entsprechend der in Figur

8a gezeigten Zugehörigkeitsfunktion mit fünf verschiedenen Wertebereichen fuzzifiziert wird. Die Maximalwerte dieser Wertebereiche liegen bei 0, 25, 50, 75 und 100. Wie in Figur 8b und 8c dargestellt, soll auch der Wertebereich der Ausgangsgröße Y, die eine Funktion der Eingangsgröße X darstellt, 0-100 betragen. Allerdings wird die Ausgangsgröße Y nicht durch sich überschneidende Wertebereiche, sondern durch einzelne, diskrete Werte, sogenannte Singletons, mit jeweils dem Wahrheitswert 1,0 modelliert. Die Werte der Singletons ergeben sich durch Einsetzen der Maximalwerte der Wertebereiche der Eingangsgröße X in die von dem Fuzzy-Bauteil zu beschreibende Funktion. So zeigt Figur 8b die Realisierung der Geradenfunktion $Y = X$, wobei die Werte des Singletons der Ausgangsgröße Y durch Einsetzen der Maximalwerte 0, 25, 50, 75 und 100 in die Geradengleichung erhalten werden. Bei der Geradengleichung ergeben sich somit für die Singletons dieselben Werte wie für die Maximalwerte der Wertebereiche der Eingangsgröße X. Im Gegensatz dazu zeigt Figur 8c die Realisierung einer Exponentialfunktion, bei der wiederum die Werte der Singletons der Ausgangsgröße Y durch Einsetzen der Maximalwerte 0, 25, 50, 75 und 100 der Wertebereiche der Eingangsgröße X in die entsprechende in Figur 8c dargestellte Exponentialgleichung erhalten werden. Wird die in Figur 8c gezeigte Fuzzifizierungsmethode auf den zuvor beschriebenen Fuzzy-Regler 7 übertragen, so ist es erfindungsgemäß möglich, zwischen der Ausgangsgröße des Fuzzy-Reglers, d.h. dem Stellwert für den Wechselrichter 3 oder dem Lastkreis 4 und der Eingangsgröße des Fuzzy-Reglers, beispielsweise der Regeldifferenz der Lampenleistung oder des Lampenstromes, einen exponentiellen Zusammenhang herzustellen, so daß zwischen dem subjektiven Empfinden des Beobachters und der von Lampe aufgenommenen Helligkeitsleistung ein linearer Zusammenhang realisierbar ist.

Figur 9 zeigt ein drittes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem im Zusammenhang mit einem elektronischen Vorschaltgerät für eine Gasentladungslampe Gebrauch von der Fuzzy-Logik gemacht wird.

Dem in Figur 9 gezeigten Ausführungsbeispiel liegt jedoch unabhängig von der Fuzzy-Logik der erfinderische Gedanke zugrunde, aus verschiedenen Betriebsparametern der angeschlossenen Gasentladungslampe nach deren Inbetriebnahme auf den Lampentyp der Gasentladungslampe 5 zu schließen. Es wurde - wie zuvor erwähnt - bereits vorgeschlagen, die Zündspannung einer angeschlossenen Gasentladungslampe zu ermitteln und aufgrund der ermittelten Zündspannung auf den Lampentyp zu schließen. Die Bestimmung der Zündspannung hängt jedoch von vielen unterschiedlichen Voraussetzungen bzw. Parametern ab, so daß sich die Zündspannung nur ungenau ermitteln läßt. Dagegen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, mindestens einen Betriebsparameter der Lampe nach deren Inbetriebnahme zu ermitteln und aufgrund dieses Betriebsparameters auf den Lampentyp zu schließen. Es ist

jedoch vorteilhaft, mehrere Betriebsparameter zu überwachen, so daß erfahrungsgemäß die Möglichkeit besteht, die Betriebsparameter sowohl einzeln als auch in Kombination auszuwerten.

Die prinzipielle Vorgehensweise zur Lampenerkennung wird nachfolgend kurz beschrieben. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, daß die von der Regelvorrichtung zu regelnde physikalische Größe der Lampenstrom ist. Nach Inbetriebnahme der Gasentladungslampe werden verschiedene Lampenstrom-Sollwerte vorgegeben und der Lampenstrom entsprechend dieser Sollwerte eingestellt. Zu jedem Lampenstrom-Sollwert wird der entsprechende Istwert der zu überwachenden Betriebsgröße der Gasentladungslampe ermittelt. Die einzelnen somit erhaltenen Istwerte der Betriebsgrößen werden miteinander kombiniert, so daß anschließend aufgrund der Istwerte abhängig von den vorgegebenen Lampenstrom-Sollwerten auf den Lampentyp der angeschlossenen Gasentladungslampe geschlossen werden kann. Zu diesem Zweck ist beispielsweise die Auswertung von verschiedenen vorgegebenen Kennlinien der einzelnen Lampentypen denkbar. So können beispielsweise die Strom/Spannungs-Kennlinien verschiedener Lampentypen bekannt sein. Wie zuvor beschrieben, werden verschiedene Strom-Sollwerte eingestellt und entsprechend die Lampenspannung abhängig von den eingestellten Strom-Sollwerten ermittelt. Anhand der ermittelten Strom/Spannungs-Wertepaare und der verschiedenen vorhandenen Strom/Spannungs-Kennlinien kann auf den Lampentyp der angeschlossenen Gasentladungslampe geschlossen werden.

Vorteilhafterweise wird für die Auswertung einzelner Betriebsparameterwerte oder verschiedener Betriebsparameter in Kombination erfahrungsgemäß die Fuzzy-Logik eingesetzt. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel zeigt Figur 9. Zur Lampenerkennung werden einem Fuzzy-Logik-Bauteil 14 über ein Widerstands-Meßglied 10 ein Spannungs-Meßglied 9 bzw. ein Temperatur-Meßglied 11 die augenblicklichen Istwerte des Wendewiderstandes R_{ist} , der Lampenspannung u_{ist} der angeschlossenen Gasentladungslampe bzw. der Außentemperatur T_{ist} zugeführt. Das Fuzzy-Logik-Bauteil 14 gibt einer Regelvorrichtung Strom-Sollwerte zur Einstellung des Lampenstroms vor und erfaßt abhängig von den eingestellten Strom-Sollwerten die Istwerte R_{ist} , u_{ist} und T_{ist} . Auf diese Weise werden mehreren eingestellten Lampenstromwerten verschiedene Istwerte R_{ist} , u_{ist} und T_{ist} zugewiesen. Der in Figur 9 gezeigte Regler 7 kann auch als Fuzzy-Regler realisiert sein, wobei eine Zuführung der erfaßten Lampenspannung u_{ist} als weitere Eingangsgröße des Fuzzy-Reglers zur exakteren Regelung des Lampenstromes von Vorteil ist. Anhand bekannter Zusammenhänge zwischen den überwachten Betriebsparametern und der einzelnen Lampentypen wurden zuvor Entscheidungsregeln aufgestellt, aufgrund derer das Fuzzy-Logik-Bauteil 14 den jeweils in quantifizierter (fuzzifizierter) Form vorliegenden Istwerten der überwachten Betriebsgrößen R_{ist} , u_{ist} und T_{ist}

nach der Vorgehensweise der Fuzzy-Logik einen entsprechenden Lampentyp zuordnet. Je mehr verschiedene Stromwerte angefahren werden, desto exakter erfolgt die Feststellung des Lampentyps. Vorzugsweise wurden die Entscheidungsregeln anhand bekannter Kennlinien der verschiedenen Lampentypen aufgestellt.

Ein Beispiel zur Zuordnung des Lampentyps zu den erfaßten Istwerten der Außentemperatur T_{ist} , des Wendewiderstandes R_{ist} und der Lampenspannung u_{ist} zeigt Figur 10, wobei verschiedene Strom-Spannungskennlinien für verschiedene Lampentypen dargestellt sind. Die dargestellten Kennlinien zeigen die Strom-Spannungskennlinien dreier unterschiedlicher Lampentypen für den Temperaturbereich $T_{ist} \leq 25^\circ\text{C}$ und für einen unterhalb eines bestimmten Grenzwertes liegenden Wendewiderstand R_{ist} . Für andere Bereiche der Temperatur T_{ist} und des Wendewiderstandes R_{ist} werden weitere Kennlinien aufgenommen oder liegen bereits vor. Der Spannungsbereich der Lampenspannung u_L ist in mehrere Bereiche U_1 bis U_5 aufgeteilt, d.h. quantifiziert bzw. fuzzifiziert. Aufgrund der dem Fuzzy-Logik-Bauteil 14 bekannten Spannungs- und Stromwerte kann aus der fuzzifizierten Lampenspannung abhängig von der augenblicklichen Raumtemperatur T_{ist} und dem augenblicklichen Wendewiderstand R_{ist} , die ebenfalls in quantifizierter Form vorliegen, auf die entsprechende Lampen-Kennlinie geschlossen, da diese Kennlinie den eingestellten Nennpunkt beinhaltet muß.

Wie in Figur 9 gezeigt, ist vorteilhaft mit der Fuzzy-Logik 14 ein Speicher 13 verbunden, so daß nach dem Feststellen des Lampentyps dieser Lampentyp beispielsweise in Form der entsprechenden Lampenkennlinie oder in Form von verschiedenen Betriebsparameterwerten in dem Speicher abgelegt werden kann. Auf diese Weise ist ein wiederholtes Ermitteln des Lampentyps und ein damit verbundenes wiederholtes Einstellen des Lampenstromes der Gasentladungslampe 5 während deren Betrieb nicht erforderlich, sondern es genügt ein einmaliges Feststellen des Lampentyps. Wahlweise kann der Lampentyp auch akustisch oder optisch angezeigt werden, so daß auch der Benutzer während des Betriebs einer Gasentladungslampe über den angeschlossenen Lampentyp ständig informiert ist. Erfahrungsgemäß wird weiterhin vorgeschlagen, den Speicher jeweils nach einem Lampenwechsel zu löschen. So kann beispielsweise durch Detektieren einer Unterbrechung des Heizstromkreises der Gasentladungslampe mithilfe eines Heizstrom-Meßglieds 12 ein Lampenwechsel erfaßt werden und daraufhin der Speicher gelöscht werden.

Ist der Lampentyp der angeschlossenen Gasentladungslampe einmal festgestellt worden, so erfolgt die weitere Regelung der Lampenhelligkeit abhängig von dem festgestellten Lampentyp, dem das Fuzzy-Logik-Bauteil 14 einen entsprechenden Strom-Sollwert i_{soll} entsprechend dem festgestellten Lampentyp an den Vergleicher 6 der Regeleinrichtung vorgibt.

Patentansprüche

1. Elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen,
mit einem Gleichrichter (2) zum Gleichrichten einer
Versorgungsspannung,
mit einem von dem Gleichrichter gespeisten Wechselrichter (3),
mit einem an den Wechselrichter angeschlossenen
Lastkreis (4), an den mindestens eine Gasentladungslampe (5) anschließbar ist, und
mit einer Regeleinrichtung (6, 7) mit einem Vergleicher (6) zum Regeln der Helligkeit der mindestens
einen Gasentladungslampe,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Regeleinrichtung einen Fuzzy-Regler (7)
umfaßt, der abhängig von mindestens einem Ein-
gangssignal (i_{diff} , u_{ist} , R_{ist} , T_{ist}) als Ausgangssignal
einen Stellwert (y) für einen physikalischen Parame-
ter (f,d) des Wechselrichters (3) oder des Lastkrei-
ses (4) ermittelt.
2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anpruch 1,
gekennzeichnet durch
ein Strom-Meßglied (8) zum Ermitteln des Istwerts
(i_{ist}) des Lampenstromes der mindestens einen
Gasentladungslampe (5).
3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Vergleicher (6) durch Vergleich des Istwerts
des Lampenstromes (i_{ist}) mit einem vorgebbaren
Lampenstrom-Sollwert (i_{soll}) einen Regeldifferenz-
wert (i_{diff}) ermittelt, und
daß der Regeldifferenzwert als Eingangssignal am
Fuzzy-Regler (7) anliegt.
4. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vor-
hergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der physikalische Parameter des Wechselrich-
ters (3), für den der Fuzzy-Regler (7) einen Stellwert
(y) ermittelt, das Tastverhältnis (d) oder die Fre-
quenz (f) des Lampenstromes oder der Lampen-
spannung der mindestens einen
Gasentladungslampe (5) ist.
5. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vor-
hergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
ein Spannungs-Meßglied (9) zum Ermitteln des Ist-
wertes der Lampenspannung (u_{ist}) der mindestens
einen Gasentladungslampe (5).
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der vom Spannungs-Meßglied (9) ermittelte Ist-
wert der Lampenspannung (u_{ist}) als Eingangssignal
am Fuzzy-Regler (7) anliegt.
7. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Temperatur-Meßglied (11) zum Ermitteln
des Istwerts der Umgebungstemperatur (T_{ist}) vor-
handen ist, und daß der Istwert der Umgebungstem-
peratur (T_{ist}) als Eingangssignal am Fuzzy-Regler
anliegt.
8. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der
Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Widerstand-Meßglied (10) zum Ermitteln
des Istwertes des Wendelwiderstandes (R_{ist}) der
mindestens einen Gasentladungslampe (5) vorhan-
den ist, und
daß der Istwert des Wendelwiderstandes (R_{ist}) als
Eingangssignal am Fuzzy-Regler (7) anliegt.
9. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der
Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Fuzzy-Regler (7) abhängig von wenigstens
einer der an ihm anliegenden Eingangsgröße (i_{diff} ,
 u_{ist} , R_{ist} , T_{ist}) ein Ausgangssignal (z) erzeugt, aus
dem der Alterungsgrad der angeschlossenen Gas-
entladungslampe (5) ableitbar ist.
10. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der
Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Sollwert (i_{soll}) des Vergleichers (6) verän-
derbar ist.
11. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vor-
hergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Fuzzy-Regler (7) das Ausgangssignal (y)
gemäß einer exponentiellen Funktion abhängig von
dem Eingangssignal (i_{diff}) ermittelt.
12. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vor-
hergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Fuzzy-Regler bei Vorliegen eines Grenz-
wertes eines oder mehrerer seiner Eingangssignale
(i_{diff} , u_{ist} , R_{ist} , T_{ist}) unabhängig von den anderen Ein-
gangssignalen das Ausgangssignal bzw. die Aus-
gangssignale (y, z) ermittelt.
13. Verfahren zum Erkennen des Lampentyps einer
Gasentladungslampe,
gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte
Inbetriebnehmen der Gasentladungslampe (5),
Vorgeben verschiedener Lampenstrom-Sollwerte
(i_{soll}),
Einstellen des Lampenstromes entsprechend den
vorgegebenen Lampenstrom-Sollwerten (i_{soll}),
Ermitteln der Istwerte mindestens einer Betriebs-
größe (u_{ist} , R_{ist} , T_{ist}) der Gasentladungslampe (5)

- abhängig von dem jeweils eingestellten Lampenstrom-Sollwert (i_{soll}),
Auswählen eines Lampentyps aus mehreren vorgegebenen Lampentypen abhängig von den verschiedenen Lampenstrom-Sollwerten (i_{soll}) und den jeweils dazu ermittelten Istwerten der mindestens einen Betriebsgröße ($u_{\text{ist}}, R_{\text{ist}}, T_{\text{ist}}$), und
Zuordnen des ausgewählten Lampentyps zu der angeschlossenen Gasentladungslampe (5). 5
- 14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet durch die weiteren Verfahrensschritte**
Fuzzifizieren der mindestens einen Betriebsgröße ($u_{\text{ist}}, R_{\text{ist}}, T_{\text{ist}}$) gemäß der Fuzzy-Logik, 15
Aufstellen mindestens einer Entscheidungsregel, die der mindestens einen fuzzifizierten Betriebsgröße ($u_{\text{ist}}, R_{\text{ist}}, T_{\text{ist}}$) der Gasentladungslampe (5) einen von mehreren vorgegebenen Lampentypen gemäß der Fuzzy-Logik zuweisen, und 20
Auswählen eines Lampentyps aus den mehreren vorgegebenen Lampentypen abhängig von den verschiedenen Lampenstrom-Sollwerten und den dazu jeweils ermittelten fuzzifizierten Istwerten der mindestens einen Betriebsgröße ($u_{\text{ist}}, R_{\text{ist}}, T_{\text{ist}}$) anhand der mindestens einen Entscheidungsregel. 25
- 15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,**
daß die mindestens eine Entscheidungsregel anhand bekannter Lampenkennlinien für die mehreren vorgegebenen Lampentypen aufgestellt wird. 30
- 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,**
daß abhängig von dem ermittelten Lampentyp die Helligkeit der angeschlossenen Gasentladungslampe (5) geregelt wird. 35
- 17. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,**
daß nach Ermitteln des Lampentyps der angeschlossenen Gasentladungslampe (5) ein Lampenstrom-Sollwert (i_{soll}) einer Regeleinrichtung (6, 7) zur Regelung des Lampenstromes vorgegeben wird. 40
- 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,**
daß die Helligkeit bzw. der Lampenstrom der Gasentladungslampe (5) gemäß der Fuzzy-Logik geregelt wird. 45
- 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,**
daß als die mindestens eine Betriebsgröße die Lampenspannung (u_{ist}) und/oder der Wendelwiderstand (R_{ist}) der Gasentladungslampe ermittelt wird. 50
- 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,**
daß als Betriebsgröße zur Auswahl des Lampentyps der Gasentladungslampe (5) die Umgebungstemperatur (T_{ist}) ermittelt wird. 55
- 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,**
daß der ermittelte Lampentyp in Form von bestimmten Betriebsparameterwerten und/oder von der entsprechenden Lampenkennlinie in einem Speicher (13) gespeichert wird.
- 22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,**
daß ein Lampenwechsel erkannt, der Speicher gelöscht und anschließend der Lampentyp der neuen Gasentladungslampe bestimmt wird.
- 23. Verfahren nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,**
daß ein Lampenwechsel durch Erfassen einer Unterbrechung des Heizstromkreises der Gasentladungslampe (5) erkannt wird.
- 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 23,
dadurch gekennzeichnet,**
daß die Helligkeit der Gasentladungslampe (5) gemäß einer exponentiellen Funktion geregelt wird.
- 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,**
daß der ermittelte Lampentyp der Gasentladungslampe (5) optisch und/oder akustisch angezeigt wird.

FIG. 1

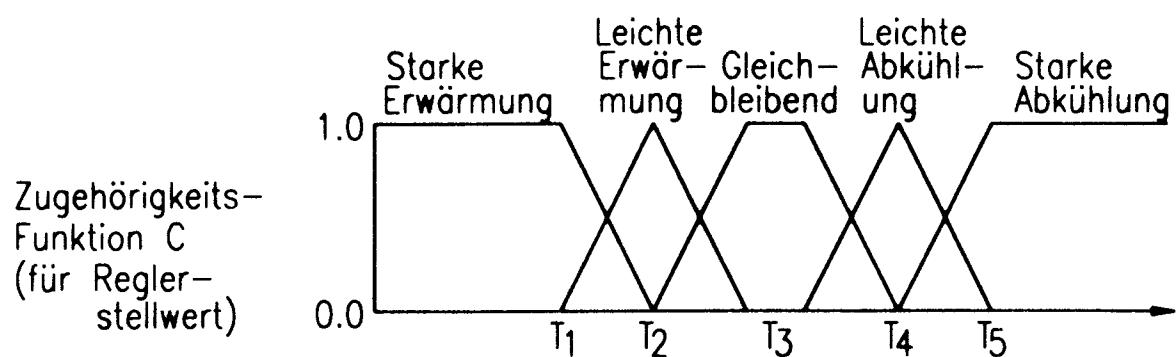
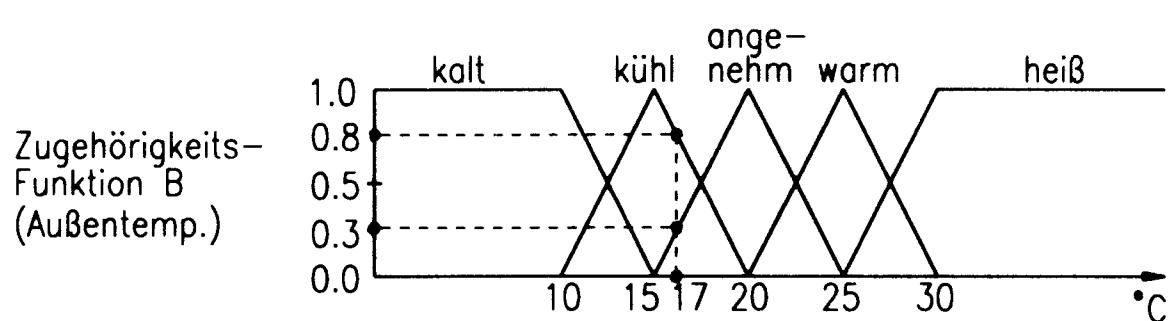
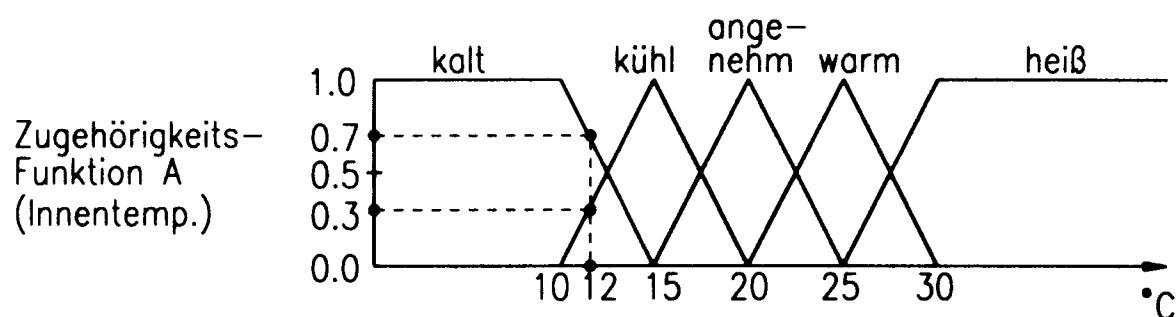


FIG. 2

		Boolsche- Logik		Fuzzy- Logik	
A	B	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \wedge B$	$A \vee B$
1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0
0.6	1	?	?	0.6	1
0.6	0.7	?	?	0.6	0.7
0.3	0	?	?	0	0.3
0.5	0.5	?	?	0.5	0.5

FIG. 3

		Kalt	Kühl	Angenehm	Warm	Heiß
		++	++	+	○	-
		++	+	+	○	○
Kalt		++	++	+	○	-
Kühl		++	+	+	○	○
Angenehm		+	○	○	-	-
Warm		○	○	○	-	-
Heiß		-	-	--	--	--

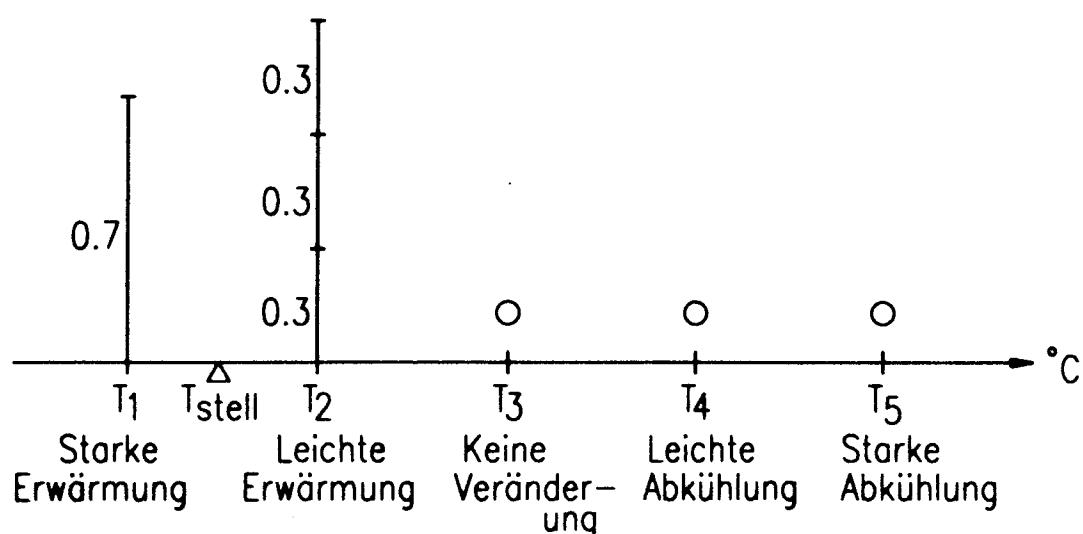
- ++ : Starke Erwärmung
- + : Leichte Erwärmung
- : Keine Veränderung
- : Leichte Abkühlung
- : Starke Abkühlung

FIG. 4a

Bezeichner für A 12° mit Wahrheitswert	Bezeichner für B 17° mit Wahrheitswert	Bezeichner für C mit Wahrheitswert
Kalt 0.7	Kühl 0.8	Starke Erwärmung 0.7
Kalt 0.7	Angenehm 0.3	Leichte Erwärmung 0.3
Kühl 0.3	Kühl 0.8	Leichte Erwärmung 0.3
Kühl 0.3	Angenehm 0.3	Leichte Erwärmung 0.3

A 12° \wedge B 17° $\xrightarrow{\text{Fuzzy-Logik}}$ C ($A 12^\circ, B 17^\circ$)

FIG. 4b



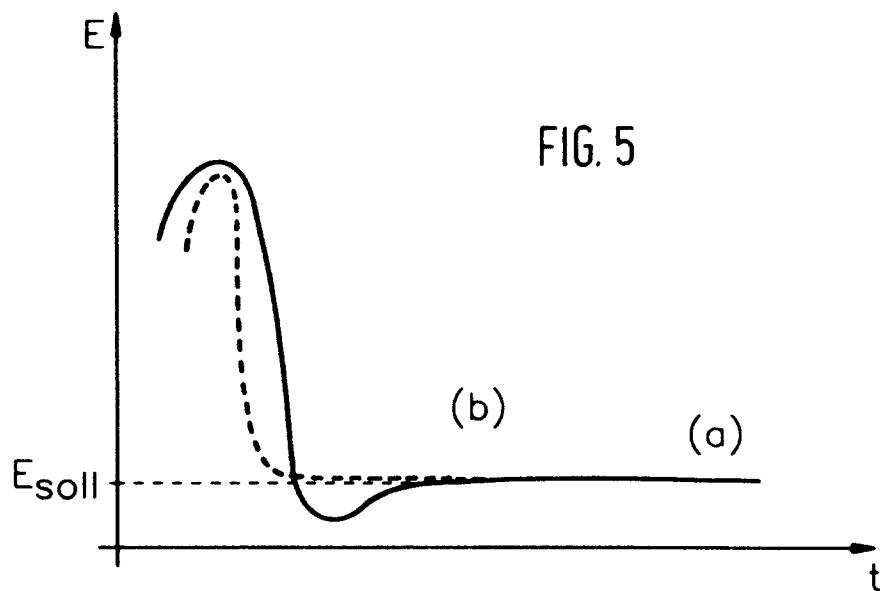


FIG. 6

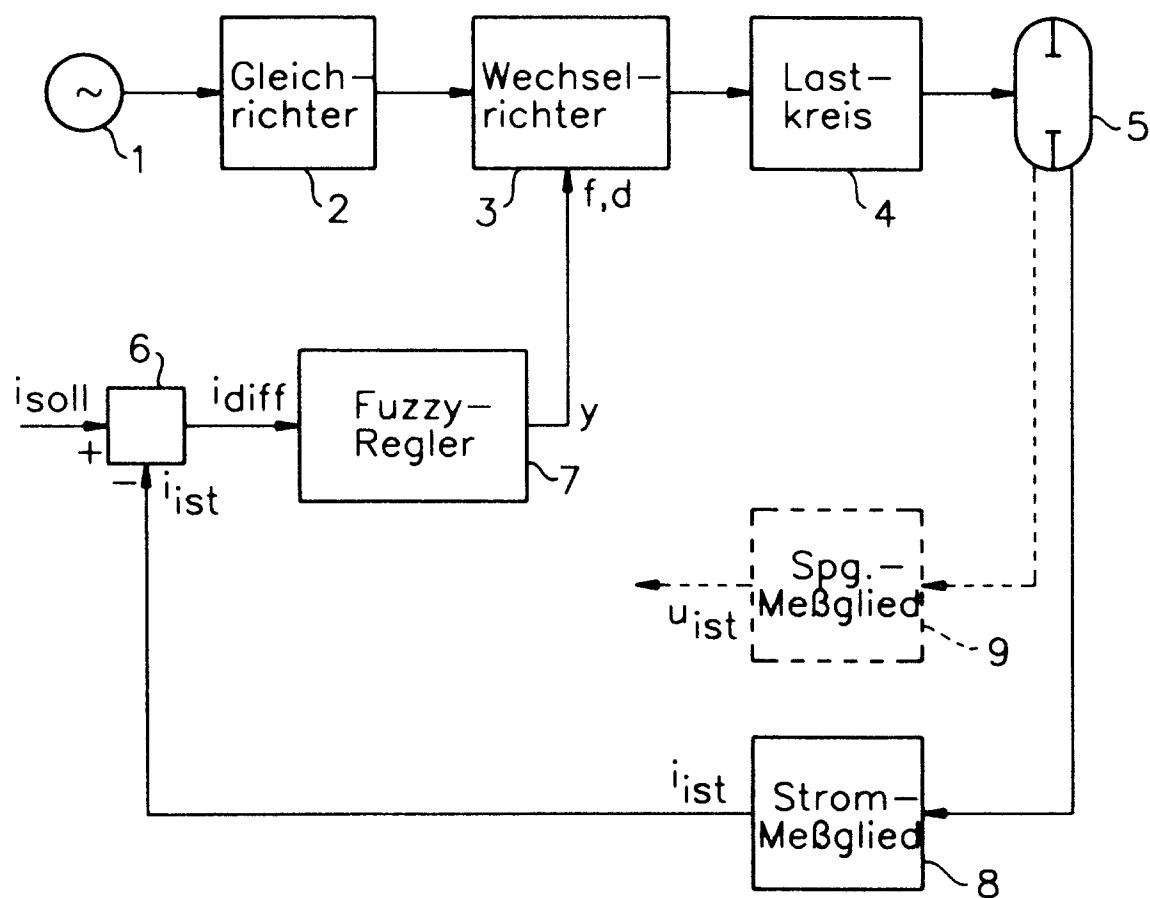


FIG. 7

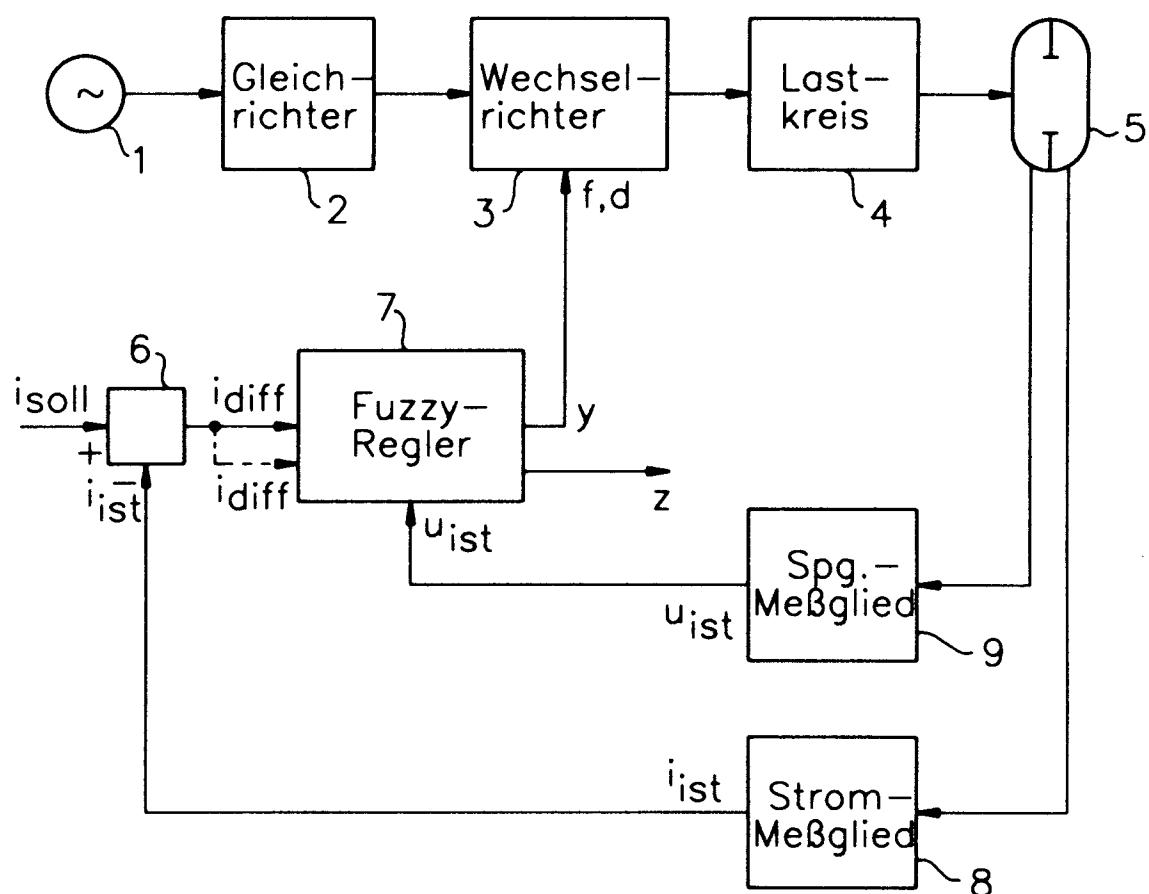


FIG. 8d

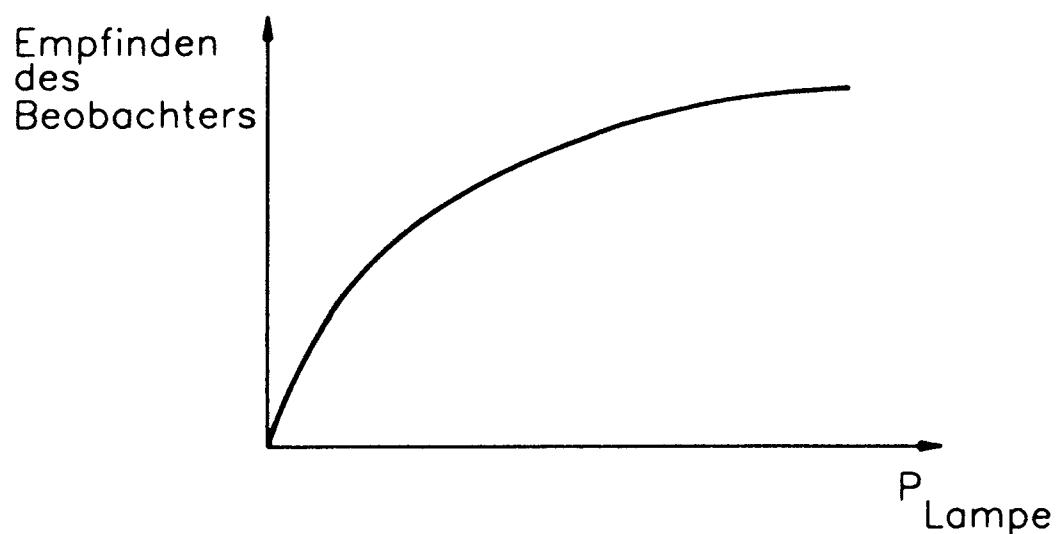


FIG. 8a

Zugehörigkeitsfunktion für Eingangsgröße X

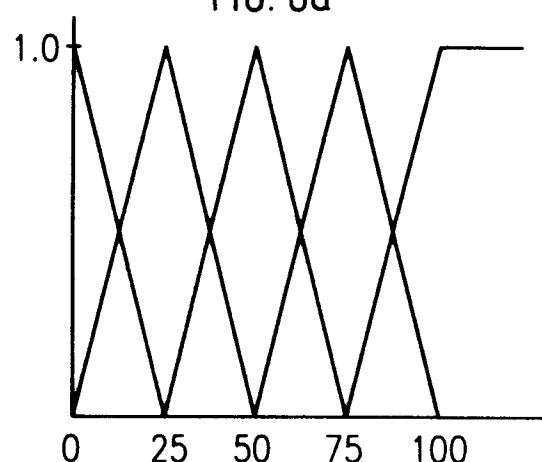


FIG. 8b

Zugehörigkeitsfunktion für Ausgangsgröße Y=X

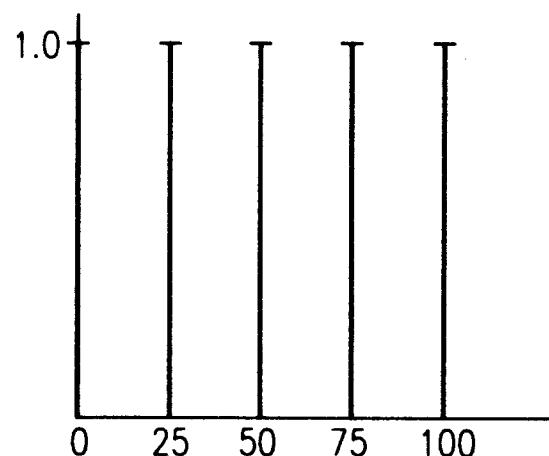


FIG. 8c

Zugehörigkeitsfunktion für Ausgangsgröße

$$Y = 100 \cdot \frac{(e^{(0.01 \cdot x)} - e^0)}{(e^1 - e^0)}$$

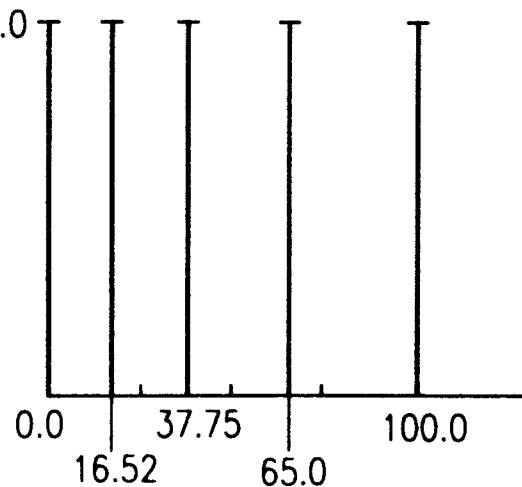


FIG. 9

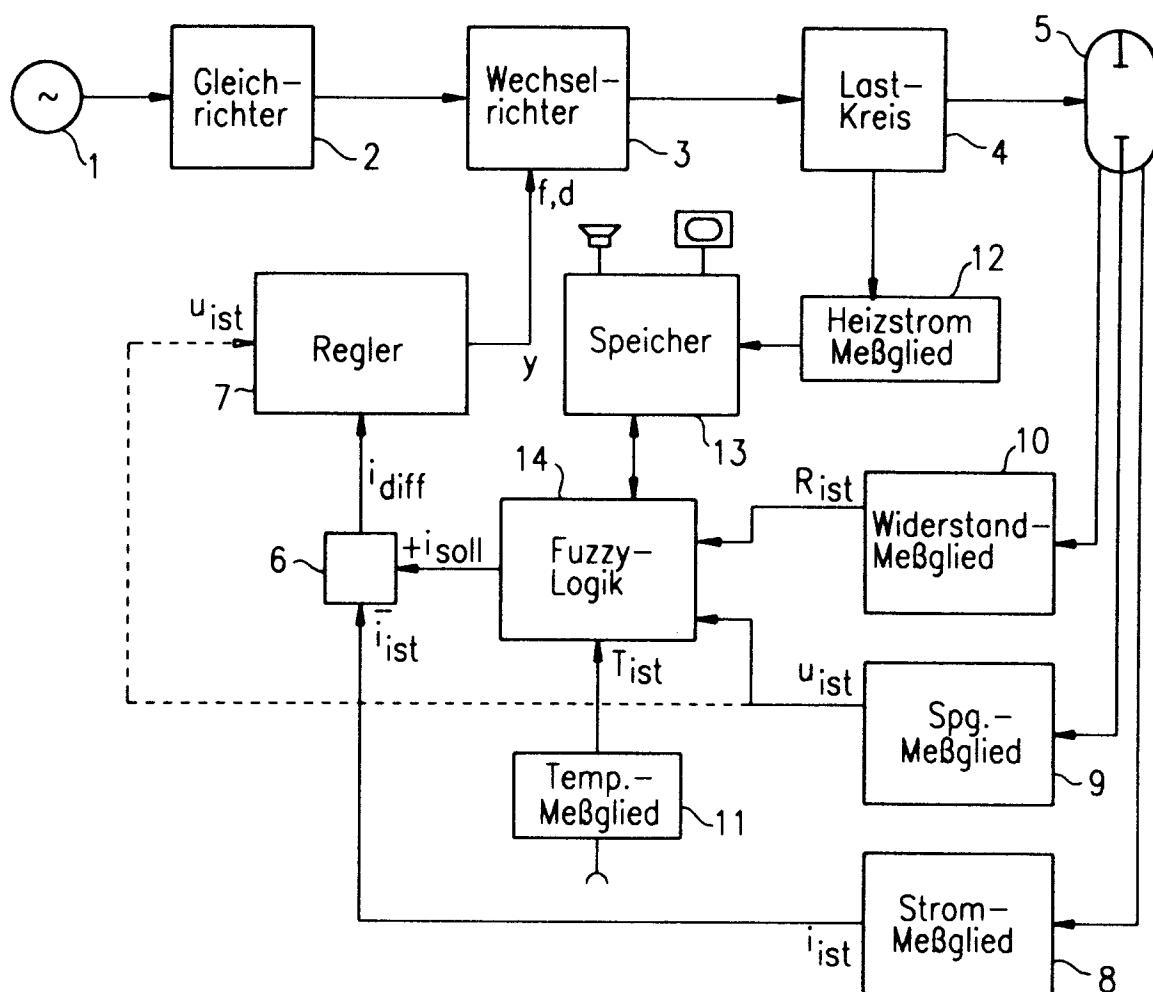
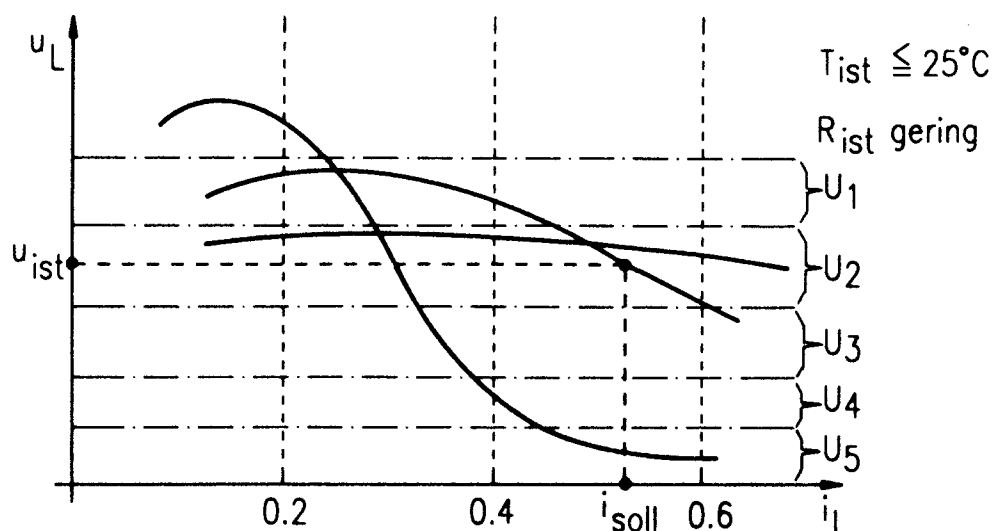


FIG. 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 4572

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 305 (P-1554) 11. Juni 1993 & JP-A-05 027 565 (CANON) 5. Februar 1993 * Zusammenfassung * ---	1	H05B41/36 H05B41/392 H05B37/02
A,D	EP-A-0 413 991 (TOSHIBA) * Spalte 1, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 7; Abbildungen 1,3,4,6 *	13	
A,P	EP-A-0 652 690 (PHILIPS) * Spalte 6, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 44; Abbildung 2 *	1,13	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6) H05B			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	18. Dezember 1995	Speiser, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			