

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben mindestens einer Leuchtstofflampe mit
5 einem elektronischen Vorschaltgerät sowie Vorschaltgerät da-
für

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben
mindestens einer Leuchtstofflampe mit Hilfe eines elektroni-
10 schen Vorschaltgerätes gemäß dem Oberbegriff des Patentan-
spruches 1 sowie auf ein entsprechend ausgebildetes elektro-
nisches Vorschaltgerät selbst gemäß dem Oberbegriff des Pa-
tentanspruches 6.

15 Mit elektronischen Vorschaltgeräten werden bekanntlich
Leuchtstofflampen hochfrequent bei begrenztem Lampenstrom mit
vorgegebener, konstanter Leistung und gesteigerter Wirt-
schaftlichkeit gegenüber anderen konventionellen, für den
Lampenbetrieb eingesetzten Schaltungsanordnungen betrieben.
20 Vollelektronische Vorschaltgeräte haben sich deshalb bereits
weitgehend durchgesetzt und sind in einer Vielzahl von Ein-
zellösungen bekannt. Beispielhaft sei dazu auf die Aufsätze
in Zeitschrift "Licht" Nr. 1/1987, Seiten 45 bis 48 bzw.
"Licht" Nr. 2/1987, Seiten 148 bis 154 mit weiteren Litera-
25 turhinweisen verwiesen.

Vollelektronische Vorschaltgeräte sind vorteilhaft anzuwen-
dende Universalgeräte für gebräuchliche Netzwechselspannungen
in einem relativ weiten Toleranzbereich, einem weiten Bereich
30 zulässiger Netzfrequenzen und schließlich sogar für Gleich-
spannungsversorgung geeignet. Ein wesentliches Problem bei
elektronischen Vorschaltgeräten beruht aber darauf, daß Lam-
pentoleranzen berücksichtigt werden müssen und Störungen im
Lampenbetrieb in unterschiedlicher Form aufgrund verschiede-
35 ner Ursachen auftreten können und sicher erfaßt werden müs-
sen. So verhält sich beispielsweise eine undicht gewordene
Leuchtstofflampe im Betrieb völlig anders als eine gealterte

- Leuchtstofflampe mit aufgrund des Alterungsprozesses erhöhtem Wendelwiderstand und wiederum davon zu unterscheiden sind Störungen aufgrund eines aufgetretenen Wendelbruches. In all diesen Fällen muß die Störung eindeutig als ein das elektro-
- 5 nische Vorschaltgerät, gegebenenfalls auch sogar den Lastkreis mit der defekten Leuchtstofflampe gefährdender Fehler erkannt und die Ansteuerung für die defekte Leuchtstofflampe deaktiviert werden. Daneben können aber auch im Versorgungsnetz kurzzeitig auftretende Störungen den Lampenbetrieb be-
- 10 einflussen, in diesem Fall muß der Lampenstrom auf zulässige Werte begrenzt werden, andererseits sollen derartige kurzzeitige Störungen nicht zum Abschalten der Lampe führen. Schließlich ist es aus Wartungsgründen erwünscht und auch bereits bekannt, bei einem aufgetretenen Lampenfehler das elek-
- 15 tronische Vorschaltgerät in einen rückgesetzten Wartezustand zu versetzen, aus dem heraus nach einem Lampenwechsel, d. h. zur Beseitigung des Fehlers ein automatischer Neustart der ausgewechselten Lampe erfolgen kann.
- 20 Aus den geschilderten Gründen sowie der Tatsache, daß mindestens in dem eigentlichen Lastkreis zum Teil erhebliche Spannungsspitzen auftreten, sind der schaltungsmäßigen Ausgestaltung von vollelektronischen Vorschaltgeräten durchaus enge Grenzen gesetzt. Es ist daher üblich, elektronische Vor-
- 25 schaltgeräte, mindestens zum überwiegenden Teil in einer analogen Schaltkreistechnik aufzubauen, die der Integration bei einem elektronischen Vorschaltgerät vielfach entgegensteht. Handelsübliche elektronische Vorschaltgeräte sind deshalb relativ umfangreiche Schaltungen mit einer Vielzahl von diskreten Bauelementen, entsprechend aufwendig und teuer ist die
- 30 Herstellung und Prüfung.

Es ist deshalb ein Zweck der vorliegenden Erfindung, aufgrund einer Analyse der bei einem Lampenstart ablaufenden Vorgänge

35 sowie der sich aus unterschiedlichen Störungsursachen ergebenden Überwachungsfunktionen eine Basis für ein Funktionsprinzip zu schaffen, aufgrund dessen es möglich ist, das

elektronische Vorschaltgerät in einem wesentlich höheren Maße als bisher üblich in integrierter Schaltungstechnik zu realisieren.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das im normalen Lampenbetrieb eine einfache und sichere Regelung der im dem mindestens eine Leuchtstofflampe enthaltenden Last-
- 10 kreis mit der Leuchtstofflampe umgesetzten Leistung auf einen konstanten Wert ermöglicht, zugleich mit einer übergeordneten Überwachung der Lampenfunktion alle Zustände in instabilen Bereichen, d. h. beim Lampenstart, aber auch bei den unterschiedlichen Störungen eindeutig zu bewerten gestattet und bei einer andauernden Störung, die die elektrische Lampen-
- 15 schaltung gefährdet, ein Rücksetzen dieser Lampenschaltung zu veranlassen, das nach Beheben der Störung gegebenenfalls automatisch einen erneuten Start der Lampenschaltung zuläßt. Weiterhin liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Vorschaltgerät der eingangs ge-
- 20 nannten Art zu schaffen, das in Anwendung eines derartigen Verfahrens entsprechend aufgebaut und insbesondere weitgehend in integrierter Schaltungstechnik realisierbar ist.

- Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese
- 25 Aufgabe gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

- Die erfindungsgemäße Lösung sieht für den normalen Brennbetrieb vor, die den die mindestens eine Leuchtstofflampe enthaltenden Lastkreis vorgeschaltete Halbbrückenschaltung aus
- 30 zwei Leistungstransistoren über einen ersten Regelkreis anzusteuern, der die im Lastkreis umgesetzte Leistung auf einen vorgegebenen Wert konstant hält. Daneben ist, diesem Regelkreis übergeordnet, ein zweiter Regelkreis vorgesehen, der sich bei stationärem Brennbetrieb in einem Wartezustand befindet. Er wird erst aufgrund einer, gegebenenfalls auch
- 35 kurzzeitigen Störung des stationären Betriebes, erkennbar durch erhöhten Lampenstrom, aus diesem Wartungszustand akti-

- viert. Die so ausgelöste Überwachungsfunktion läuft aufgrund eines vorgegebenen Zeitrasters ab, in dem in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten jeweils spezifische Lampenstromwerte festgestellt werden und so schließlich ermittelt wird, ob die
- 5 aufgetretene Störung - die Lampenschaltung gefährdend - zu einem Rücksetzen des elektronischen Vorschaltgerätes und damit auch der Ansteuerung des Lastkreises führen muß. Derselbe übergeordnete Regelkreis wird weiterhin auch zur Regelung und Überwachung des Lampenstromes während eines Lampenstarts un-
- 10 abhängig davon eingesetzt, ob dieser Lampenstart normal verläuft, d. h. die angeschlossene Lampe normal zündet oder bei fehlerhafter Leuchtstofflampe unter Störungen verläuft. Von besonderem Vorteil ist dabei, daß sich mit einem einfach zu realisierenden, aus nur wenigen Zeitabschnitten bestehenden
- 15 Zeitraster definiert Überwachungszustände einstellen lassen, in denen der momentane Lampenstrom eindeutig im Hinblick auf einen aufgetretenen Fehler bewerten läßt. Zwar wird die Überwachungsfunktion auch bei nur kurzzeitig auftretenden Störungen gestartet, jedoch wird eine solche Störung, den Lampenstrom unmittelbar nachregelnd, unterdrückt und das elektronische Vorschaltgerät arbeitet nach Abklingen einer solchen Störung normal weiter. Andererseits sind tatsächliche Lampendefekte in kurzer Zeit eindeutig als solche feststell-
- 20 bar und bewirken ein Rücksetzen des elektronischen Vorschaltgerätes, das nach Beheben des aufgetretenen Fehlers,
- 25 d. h. nach einem Lampenwechsel bzw. nach Abschalten und Wiederanlegen der Netzspannung automatisch einen neuen Lampenstart durchführt.
- 30 Ein elektronisches Vorschaltgerät, in dem das vorstehend diskutierte Verfahren angewendet wird, ist im Patentanspruch 6 beschrieben. Hieraus ist erkennbar, daß der erfindungsgemäß vorgesehene Zeitwertgeber definiert die mit ihm zusammenarbeitende Überwachungsschaltung derart steuert, daß sie zeit-
- 35 abhängig den momentanen Lampenstrom in unterschiedlichen Zeitabschnitten auf unterschiedliche Weise zu bewerten vermag und darüber hinaus jeweils auf einen definierten Maximalwert

begrenzt, indem mit von der Überwachungsschaltung abgegebenen Steuerimpulsen die eigentliche Ansteuerschaltung für die Leistungstransistoren der Halbbrückenschaltung entsprechend eingestellt wird. Auf diese Weise wird der Lampenstrom, beispielsweise in der Vorheizphase auf einen niedrigen, die Wendeln der Leuchtstofflampe schonenden Wert begrenzt, andererseits aber in der Zündphase ein höherer Zündstrom mit vorgegebenem, einer maximal zulässigen Zündspannung entsprechendem Scheitelwert eng toleriert eingestellt und schließlich auch im Störfall auf zulässige Werte selbst während der Überwachungsphase bei noch nicht rückgesetztem elektronischem Vorschaltgerät auf zulässige Werte begrenzt, die die gesamte Lampenschaltung noch nicht gefährden können.

Weiterhin ermöglicht es diese Lösung, das elektronische Vorschaltgerät auch universell einzusetzen, da man es durch eine entsprechende Vorgabe der Vergleichspegel in der Überwachungsschaltung, aber auch der eigentlichen Ansteuerung für die Leistungstransistoren in der Hand hat, die entsprechenden Randbedingungen bei einem Mehrlampenbetrieb oder auch einem Dimm-Betrieb des elektronischen Vorschaltgerätes zu berücksichtigen. Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösung sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 ein Blockschaltbild für ein erfindungsgemäß ausgebildetes elektronisches Vorschaltgerät,

30

Figur 2 ein weiteres Schaltungsdetail einer zweiten Ausführungsform,

Figur 3 in Form von Impulsdigrammen den Funktionsablauf bei einem normal verlaufenden Lampenstart,

35

Figur 4 anhand von der Figur 3 entsprechenden Impulsdiagrammen einen Störfall, bei dem die angeschlossene Leuchtstofflampe innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes nicht ordnungsgemäß zündet und infolgedessen das elektronische Vorschaltgerät rückgesetzt wird und

Figur 5 anhand entsprechender Impulsdiagramme die Bewertung einer Störung, die bei dem bis dahin normal verlaufenden Betrieb der Leuchtstofflampe aufgetreten ist.

10

In Figur 1 ist ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben einer, ggf. auch mehrerer Leuchtstofflampen sowie der eigentliche Lastkreis mit der Leuchtstofflampe FL dargestellt. Elektronische Vorschaltgeräte sind bekanntlich zum Begrenzen der Funkstörspannung über ein Hochfrequenzfilter HF an das Wechselstromnetz, hier mit L, N bezeichnet, angeschlossen. Am Ausgang des Hochfrequenzfilters HF liegt eine Gleichrichterbrücke GL, die eine ungeglättete Gleichspannung liefert. Um eine über dem Scheitelwert der Netzspannung liegende Gleichspannung zu erzeugen, ist am Ausgang der Gleichrichterbrücke eine Ladedrossel L1 vorgesehen, die mit einer Ladediode D1 verbunden ist. Die Ladedrossel L1 wird über einen ebenfalls an ihren Ausgang angeschlossenen, ersten Leistungstransistor V1 periodisch geladen. Gesteuert wird dieser erste Leistungstransistor V1 über einen Steuer- und Regelkreis, der hier insbesondere als integrierter Schaltkreis IC ausgeführt ist und noch im einzelnen zu beschreiben sein wird. Vereinfacht ausgedrückt, hat dieser Steuer- und Regelkreis bei elektronischen Vorschaltgeräten die Aufgabe, die Ladedrossel L1, abhängig vom momentanen Wert der gleichgerichteten Netzspannung, unterschiedlich aufzuladen, wobei er Oberschwingungen im Netzstrom begrenzt. Eine zweite Funktion besteht darin, die am Kathodenausgang der Ladediode D1 auftretende Spannung, die sogenannte Zwischenkreisspannung mit einer geringen Schwankungsbreite auf einen konstanten Wert zu regeln, um bei dem elektronischen

35

Vorschaltgerät Last- und Netzspannungsunabhängigkeit zu erzielen.

Weiterhin besitzen elektronische Vorschaltgeräte üblicherweise einen selbstschwingenden Wechselrichter, mit einer Halbbrückenschaltung, die hier durch zwei weitere, in einer Serienschaltung an der Ladediode D1 liegenden Leistungstransistoren V2 und V3 realisiert ist. An den gemeinsamen Verbindungspunkt dieser beiden weiteren Leistungstransistoren ist der Lastkreis mit mindestens einer Leuchtstofflampe FL angeschlossen. In Serie zur Leuchtstofflampe FL liegend, ist hier in diesem Ausführungsbeispiel für einen Lastkreis eine Sättigungs-drossel L2 vorgesehen, ein Zündkondensator Cz ist der Leuchtstofflampe FL parallel geschaltet. Soweit vorstehend beschrieben, entspricht das erfindungsgemäße elektronische Vorschaltgerät üblichen Ausführungsformen und braucht deshalb nicht detaillierter beschrieben zu werden.

Alle Steuerfunktionen des elektronischen Vorschaltgerätes sind im wesentlichen in dem bereits erwähnten, als integriertem Schaltkreis IC ausgeführten Steuer- und Regelkreis realisiert. Für die Ansteuerung der beiden weiteren Leistungstransistoren V2 und V3 weist dieser integrierte Schaltkreis IC jeweils eine Treiberschaltung HSD bzw. LSD auf, die ihrerseits jeweils an zwei zueinander inversen Ausgängen einer Auswahl-schaltung SEL liegen. Dabei beinhaltet die Treiberschaltung HSD einen potentialüberbrückenden Pegelumsetzer, der das Ansteuersignal auf das hohe Potential des Leistungstransistors V2 überträgt. Diese besitzt einen Einschaltengang EN, um sie zu aktivieren bzw. zu deaktivieren, wie noch ausführlich zu erläutern sein wird. An einem Steuereingang C1 wird der Auswahl-schaltung SEL eine Impulsfolge zugeführt, die diese nach Art eines Flipflops steuert, mit der Besonderheit, daß die über die Treiberschaltungen HSD bzw. LSD aktivierten Leistungstransistoren V2 und V3 alternativ, jedoch um eine definierte Totzeit zueinander versetzt, angesteuert werden.

Geliefert wird diese steuernde Impulsfolge von einem gesteuerten Oszillator CCO, der drei Einstelleingänge besitzt, an die ein erster Einstellwiderstand R_f , ein zweiter Einstellwiderstand R_K bzw. ein Einstellkondensator C_f gegen Masse
5 - oder auch gegen eine definierte Referenzspannung (in der weiteren Beschreibung wird hier beispielhaft immer von Masse gesprochen) - angeschlossen sind. Der Einstellwiderstand R_K und der Einstellkondensator C_f bestimmen die untere bzw. die obere Grenzfrequenz des in diesem Beispiel stromabhängig
10 gesteuerten Oszillators CCO. Über die Dimensionierung des Einstellwiderstandes R_f ist die vorbestimmte Totzeit der Leistungstransistoren V_2 und V_3 einstellbar.

Die steuernde Eingangsinformation für den stromabhängig gesteuerten Oszillator CCO liefert die Ausgangsinformation
15 eines ersten Operationsverstärkers OPR, die über einen weiteren ohmschen Widerstand R_c bzw. einen weiteren Kondensator C_c tiefpaßgefiltert ist.

20 Wie noch zu erläutern sein wird, wird im integrierten Schaltkreis IC intern eine Referenzspannung V_{ref} erzeugt. Der erste Operationsverstärker OPR vergleicht diese Referenzspannung mit einer zweiten Eingangsspannung, die dem Mittelwert des durch die Leistungstransistoren V_2 bzw. V_3 der Halbbrückenschaltung fließenden Stromes entspricht. Dazu ist dieser
25 zweite Eingang des Operationsverstärkers OPR über einen Vorwiderstand R_o an den Strompfad der Halbbrückenschaltung, d. h. hier den Ausgang des Leistungstransistors V_3 angeschlossen. Diese Schaltungsanordnung zur Regelung des in der Halbbrückenschaltung fließenden Lampenstromes stellt einen
30 geschlossenen Regelkreis dar, denn je höher dieser Lampenstrom ansteigt, um so höher wird auch die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers OPR, die andererseits den gesteuerten Oszillator CCO in Richtung auf eine höhere Impulsfolge-
35 frequenz steuert. Diese Frequenzerhöhung bewirkt aber ihrerseits eine Reduzierung des Lampenstromes. Analog wirkt diese Regelschaltung auch in umgekehrter Richtung bei abfallender

Tendenz des Lampenstromes. Dieser vorstehend beschriebene Regelkreis, insbesondere mit dem stromabhängig gesteuerten Oszillator und dem ersten Operationsverstärker OPR bildet im stationären Betrieb, d. h. bei ungestört brennender Leuchtstofflampe eine wirksame hochfrequente Regelung für die Ansteuerung der Halbbrückenschaltung. Zu ergänzen sei, daß das hier beschriebene elektronische Vorschaltgerät auch dimmfähig ist, denn man hat es in der Hand, die Ausgangsleistung des elektronischen Vorschaltgerätes durch eine entsprechende Festlegung der Referenzspannung V_{ref} zu steuern.

Weiterhin enthält der integrierte Schaltkreis IC eine Überwachungsanordnung, die im stationären Betrieb den Zustand der Leuchtstofflampe FL überwacht, insbesondere einen Lampenstart steuert sowie auch bei auftretenden Fehlern bzw. Störungen aktiviert wird. Dazu weist der integrierte Schaltkreis IC eine Überwachungsschaltung MON auf, die als Schwellwert-schaltung mit einstellbaren Schwellwerten ausgebildet ist und mit ihrem Signaleingang wiederum über einen Vorwiderstand R_m an den Ausgang des einen Leistungstransistors V3 der Halbbrückenschaltung angeschlossen ist. Diese Überwachungsschaltung MON erhält damit ein dem momentanen Lampenstrom entsprechendes Steuersignal, das immer dann einen Ausgangsimpuls QM der Überwachungsschaltung MON bewirkt, sobald der momentan aktivierte Schwellwert erreicht wird. Die Einstellung des jeweiligen Schwellwertes erfolgt über mehrere Auswahl-signale.

Eines dieser Auswahl-signale S4 wird von einem ersten Komparator COMP erzeugt, der als Differenzspannungsverstärker ausgebildet, mit seinem positiven Eingang über eine Entkopplungsdiode D2 an den Ausgang des ersten Operationsverstärkers OPR angeschlossen und dem über seinen negativen Eingang die Referenzspannung V_{ref} zugeführt ist.

Weitere Auswahl-signale werden von einem Zeitwertgeber PST erzeugt, die eingangsseitig an den Verbindungspunkt einer

ersten internen Stromquelle IT mit einem externen, an Masse liegenden Ladekondensator CT angeschlossen ist. Diese interne Stromquelle IT wird mit dem Start eines Einschaltvorganges für die Leuchtstofflampe FL aktiviert und beginnt den

5 externen Ladekondensator CT aufzuladen, so daß am Eingang der Zeitwertgeber PST eine linear ansteigende, der momentanen Dauer des Einschaltvorganges entsprechende Signalspannung ansteht. Diese wird in dem Zeitwertgeber PST mit vorgegebenen Schwellwerten verglichen. Bei Erreichen des jeweils ak-

10 tivierten Schwellwertes gibt der Zeitwertgeber PST je eines der Ausgangssignale S1, S2 bzw. S3 ab und definiert damit bestimmte, noch im einzelnen zu beschreibende Zeitabschnitte. Das erste und das dritte Ausgangssignal S1 bzw. S3 wird jeweils der Überwachungsschaltung MON zugeführt, um dort einen

15 der vorgegebenen Schwellwerte einzustellen.

Der Komparator COMP vergleicht die Spannung am externen Kondensator Ccc, die im Normalbetrieb der Ausgangsspannung des Regeloperationsverstärkers OPR entspricht, mit einem durch

20 die Referenzspannung Vref vorgegebenen Wert. Verläßt der Regeloperationsverstärker seinen definierten Regelbereich - das ist insbesondere im Dimmzustand bei mehrlampigen Anwendungen oder auch bei Lampendefekten, z. B. durch gealterte, hochohmige Lampenwendeln hervorgerufen, möglich - dann wird

25 dies durch den Komparator COMP erkannt. Dieser erzeugt das Steuersignal S4, mit dem in der Überwachungsschaltung MON ein Zustand eingestellt wird, in dem alle Referenzpegel Mp, Mi und Mo deutlich abgesenkt werden. Die Überwachungsschaltung MON arbeitet daher dann auch bei geringeren Lampenströmen

30 einwandfrei.

Das zweite Ausgangssignal S2 der Zeitwertgeber PST bildet ein Vorbereitungssignal für einen Abschaltkreis SD, der als Logikschaltkreis ausgebildet ist und die Funktion erfüllt, im

35 Falle einer Störung, z. B. bei einem Lampenfehler, die Halbbrückenschaltung mit den weiteren Leistungstransistoren V2, V3 gegebenenfalls stillzusetzen. Um dies zu verwirklichen,

ist ein Steuereingang des Abschaltkreises SD mit dem Ausgang der Überwachungsschaltung MON verbunden. Ein Ausgang des Abschaltkreises SD ist unter anderem an den Einschalteingang EN der Auswahlsschaltung SEL angeschlossen, um diese
5 freizugeben bzw. rückzusetzen.

Weiterhin ist im integrierten Schaltkreis IC eine zweite interne Stromquelle ISC vorgesehen, deren Ausgang mit dem Verbindungspunkt zwischen dem ohmschen Widerstand Rc und dem
10 Kondensator Cc des externen Tiefpaßfilters verbunden ist. Diese zweite interne Stromquelle ISC besitzt einen Setz- sowie einen Rücksetzeingang S bzw. R. Der Setzeingang S ist an den Ausgang der Überwachungsschaltung MON angeschlossen, während der Rücksetzeingang R mit dem Ausgang der Auswahlsschaltung SEL für die Treiberschaltungen HSD und LSD der Lei-
15 stungstransistoren V2 bzw. V3 der Halbbrückenschaltung verbunden ist. Mit einem Ausgangsimpuls der Überwachungsschaltung MON wird diese zweite interne Stromquelle ISC gesetzt und lädt den externen Kondensator Cc des Tiefpaßfilters Rc,
20 Cc auf. Da der stromabhängig gesteuerte Oszillator CCO mit seinem Steuereingang ebenfalls an diesen Ausgang der zweiten internen Stromquelle ISC angeschlossen ist, steigt an ihm der Eingangsstrom an, so daß sich seine abgegebene Impulsfolgefrequenz erhöht. Sobald nun Auswahlsschaltung SEL in
25 dem einen ihrer beiden zueinander inversen Schaltzustände die dem auf hoher Spannung liegenden Leistungstransistor V2 der Halbbrückenschaltung zugeordnete Treiberschaltung HSD aktiviert, wird mit dem gleichen Ausgangssignal der Auswahlsschaltung SEL die zweite interne Stromquelle ISC rückgesetzt.
30 Auf diese Weise ist ein weiterer geschlossener Regelkreis gegeben, der Zyklus für Zyklus den Lampenstrom auf den jeweils vorbestimmten Wert regelt, der durch den momentan aktivierten Schwellwert der Überwachungsschaltung MON festgelegt ist. Dieser zweite Regelkreis ist der einleitend beschriebenen
35 Stromregelung für den stationären Betrieb übergeordnet und begrenzt und regelt den Lampenstrom bei einem Lampenstart sowie bei detektierten Störfällen.

Eine definierte Stromversorgung des integrierten Schaltkreises IC wird durch mehrere Schaltungsmaßnahmen erreicht. Insbesondere für den Anschaltvorgang ist ein Einschaltkomparator UVLO vorgesehen, dessen Eingang z. B. über einen weiteren Vorwiderstand unmittelbar an die Gleichrichterbrücke GL angeschlossen und über einen weiteren Ladekondensator Ccc an Masse gelegt ist. An diesem Eingang des Einschaltkomparators UVLO wird dem integrierten Schaltkreis IC eine Versorgungsspannung Vcc zugeführt. Eine weitere Möglichkeit der Zuführung der Versorgungsspannung Vcc an den integrierten Schaltkreis IC ist in Figur 1 dargestellt, die über Vorwiderstände RL, RL' die Möglichkeit bietet, Zustandsänderungen im Lastkreis zu detektieren und auszunutzen, wie noch zu erläutern sein wird. Der Einschaltkomparator UVLO besitzt zunächst einen hohen Eingangswiderstand, um die IC-Funktion mit möglichst geringen Verlusten zu aktivieren. Er ist weiterhin so ausgelegt, daß er bereits bei möglichst niedrigen Spannungswerten, z. B. in der Größenordnung von nicht mehr als 150 V= bei einem Wechselspannungsnetz mit 220 V anspricht, sobald sich nach dem Anschalten des Netzwechselspannung L, N der Ladekondensator Ccc entsprechend aufgeladen hat. Damit wird eine interne Spannungsquelle REF aktiviert, die die erwähnte Referenzspannung Vref erzeugt. Außerdem ist an den Einschaltkomparator UVLO eine weitere interne Stromquelle BIAS angeschlossen, mit der eine interne Hilfsspannung IC-BIAS für den integrierten Schaltkreis IC erzeugt wird. Mit diesen Maßnahmen ist es möglich, den integrierten Schaltkreis zu starten. Zu erwähnen ist die Möglichkeit, den Einschaltkomparator UVLO nicht nur über die Abschaltung der Netzspannung L, N, sondern auch intern über einen an den Ausgang des Abschaltkreises SD angeschlossenen Steuereingang zu deaktivieren und damit die IC-Funktion definiert auszuschalten.

35

Im normalen Betrieb wird die Stromversorgung des integrierten Schaltkreises IC - in diesem Ausführungsbeispiel - durch eine

nahezu verlustlos arbeitende Speiseschaltung DP, DN, Cp sichergestellt, die aus einer Reihenschaltung zweier Pumpdioden DP und DN sowie eines weiteren Ladekondensators Cp besteht. Dieser ist einerseits an den Verbindungspunkt dieser beiden
5 Dioden und andererseits an den Ausgang der Halbbrückenschaltung, d. h. den Verbindungspunkt der beiden Leistungstransistoren V2 und V3 angeschlossen. Diese Speiseschaltung liefert die Versorgungsspannung Vcc für den integrierten Schaltkreis IC im Normalbetrieb.

10

Zur Konstanthaltung dieser Versorgungsspannung Vcc ist eine Regelschaltung mit einem weiteren Komparator TPR vorgesehen. Dieser vergleicht den Momentanwert der Versorgungsspannung Vcc jeweils mit einem oberen bzw. einem unteren vorgegebenen
15 Referenzwert. Der Ausgang dieses Komparators TPR ist mit dem Steueranschluß eines elektronischen Schalters VD verbunden, der hier als Transistorschalter ausgeführt ist und dessen Schaltstrecke zwischen dem Ladekondensator Cp der Speiseschaltung und Masse angeordnet ist. Übersteigt der vom
20 Komparator TPR detektierte Momentanwert der Versorgungsspannung Vcc den vorgegebenen oberen Grenzwert, gibt der Komparator TPR ein Ausgangssignal ab, das den elektronischen Schalter VD leitend schaltet. Dieser entlädt somit den Ladekondensator Cp der Speiseschaltung DN, DP, Cp solange,
25 bis der möglichst verzögerungslos arbeitende Komparator TRP den unteren Grenzwert der Versorgungsspannung Vcc detektiert und den elektronischen Schalter VD wieder abschaltet. Es handelt sich dabei also um eine Zwei-Punkt-Regelung der Versorgungsspannung Vcc.

30

Wie in einem Detailschaltbild gemäß Fig 2 gezeigt ist, können die Pumpdioden DN, DP der vorstehend beschriebenen Speiseschaltung sowie der elektronische Schalter VD auch in den integrierten Schaltkreis IC integriert sein. Die beschriebene
35 Schaltungsfunktion ändert sich dabei nicht.

Schließlich ist in dem integrierten Schaltkreis IC außerdem eine Anordnung PFC zum Steuern des Leistungsfaktors realisiert. Sie ist in der Ausgestaltung entsprechenden bekannten Steuerungen zur Verbesserung des Leistungsfaktors durchaus ähnlich. Weil diese Funktion in dem integrierten Schaltkreis IC zwar erforderlich, in dem hier gegebenen Zusammenhang aber von untergeordneter Bedeutung ist, wird hier nur darauf hingewiesen. Diese Anordnung PFC detektiert alle die für die Ermittlung des Leistungsfaktors erforderlichen Parameter an der dazu auch mit einer Nebenwicklung ausgestatteten Ladedrossel L1, wertet sie aus und steuert den ersten Leistungstransistor V1 entsprechend an.

Die Wirkungsweise der anhand der Figur 1 beschriebenen Schaltungsanordnung läßt sich wohl am besten unter der Annahme unterschiedlicher Betriebszustände im Lastkreis, d. h. insbesondere an der Leuchtstofflampe FL in Form von Ablaufdiagrammen erläutern, die in den Figuren 3 bis 5 dargestellt sind.

Die Ablaufdiagramme von Figur 3 illustrieren dabei einen normalen Startvorgang. Sobald das beschriebene elektronische Vorschaltgerät an Netzspannung L, N gelegt wird, detektiert der Einschaltkomparator UVLO die an seinem Eingang ansteigende Versorgungsspannung Vcc und aktiviert den integrierten Schaltkreis IC, sobald seine Einschaltschwelle erreicht ist. Der stromabhängige Oszillator CCO startet daraufhin zunächst mit einer vorgegebenen unteren Grenzfrequenz, die etwa bei 75 % der maximalen Frequenz liegt. Über die von der Pulsfolge des stromabhängigen Oszillators CCO aktivierte Auswahlhaltung SEL wird neben den Treiberschaltungen HSD und LSD für die Leistungstransistoren V2 bzw. V3 der Halbbrückenschaltung auch die zweite interne Stromquelle ISC - wie beschrieben - in Betrieb gesetzt. Sie beginnt somit den Kondensator Cc des Tiefpaßfilters Rc, Cc entsprechend aufzuladen, so daß der beschriebene erste Regelkreis für die Frequenzregelung des elektronischen Vorschaltgeräts über den stromabhängigen Os-

zillator CCO in Gang gesetzt wird. Ebenso beginnt die der Zeitwertgeber PST zugeordnete erste interne Stromquelle IT den externen Ladekondensator CT zu laden. Solange die von der Überwachungsschaltung MON gesteuerte erste interne Strom-
5 quelle IT diesen externen Ladekondensator weiter auflädt, wird dem Eingang der Zeitwertgeber PST eine zunächst linear anwachsende Spannung angeboten. Bei vorgegebenen Referenzpegeln der Zeitwertgeber PST bildet dieses Eingangssignal die Zeitbasis für die Steuerung aller Funktionsabläufe im elektronischen Vorschaltgerät bei unterschiedlichen Betriebsbe-
10 dingungen.

Es seien zunächst anhand des Ablaufdiagrammes von Figur 3 Einzelheiten im Ablauf bei einem normalen Lampenstart erläutert. Der Startzeitpunkt, bei dem mit dem Anschalten der
15 Netzspannung auf die vorstehend beschriebene Art der integrierte Schaltkreis IC definiert in Betrieb gesetzt wird, ist mit t_1 bezeichnet. Das oberste Diagramm von Figur 3 zeigt die am Ladekondensator CT linear ansteigende Spannung, die dem Eingang der Zeitwertgeber PST zugeführt wird. Zu einem späteren Zeitpunkt t_2 erreicht diese Eingangsspannung für die Zeitwertgeber PST einen vorgegebenen unteren Referenzpegel, der als Vorheizpegel P_p bezeichnet ist. Der vom Einschaltzeitpunkt t_1 bis zu dem späteren Zeitpunkt t_2 ablaufende
20 Zeitabschnitt bildet eine Vorheizphase A_{pt} für das elektronische Vorschaltgerät. Damit bezeichnet der Zeitpunkt t_2 den Zeitpunkt für das Ende dieser Vorheizphase. Während dieser Vorheizphase ist das erste Auswahlsignal S_1 der Zeitwertgeber PST zurückgesetzt und damit die Überwachungsschaltung MON auf
25 einen niedrigen Schwellwert, die Vorheizschwelle M_p , eingestellt. Sie detektiert damit über den an ihrem Eingang liegenden Vorwiderstand R_m den e-funktionsförmigen Strom in der aus den beiden Leistungstransistoren V_2 , V_3 bestehenden Halbbrückenschaltung. Die diesem e-funktionsförmigen Strom entsprechenden e-funktionsförmigen Eingangssignale der Überwachungsschaltung MON sind mit M bezeichnet und in einem entsprechenden Teil des Ablaufdiagramms von Figur 3 wiedergege-
30
35

ben. Sobald diese Eingangsimpulse für die Überwachungsschaltung MON in der Vorheizphase die vorgegebene Vorheizschwelle M_p erreichen, gibt die Überwachungsschaltung MON jeweils einen kurzen Steuerimpuls QM ab. Mit jedem dieser von der Überwachungsschaltung MON abgegebenen Steuerimpulse QM wird die
5 wachungsschaltung MON abgegebenen Steuerimpulse QM wird die zweite interne Stromquelle ISC gesetzt und darüber hinaus die nach Art eines Flipflops arbeitende Auswahlsschaltung SEL für die Treiberschaltungen HSD bzw. LSD der Leistungstransistoren V2, V3 der Halbbrückenschaltung umgeschaltet. Die daraufhin
10 von den Treiberschaltungen HSD und LSD abgegebenen Ansteuerimpulse HSG bzw. LSG für die beiden Leistungstransistoren V2 bzw. V3 sind in Figur 3 in den beiden untersten Ablaufdiagrammen wiedergegeben.

15 Das Ende der Vorheizphase Apt zum Zeitpunkt t_2 signalisiert den Zeitwertgeber PST durch die Änderung des Schaltzustandes ihres ersten, der Überwachungsschaltung MON zugeführten Auswahlssignales S1. Damit wird diese auf einen zweiten, höheren Schwellwert, die Zündschwelle M_i umgeschaltet. Durch diese
20 Erhöhung der Ansprechschwelle der Überwachungsschaltung MON erhöht sich der Strom in der durch die beiden Leistungstransistoren V2 bzw. V3 realisierten Halbbrückenschaltung auf einen vorgegebenen und begrenzten Wert, der die Spannung an der Leuchtstofflampe FL bis zur normalen Zündspannung ansteigen
25 läßt.

Mit dem Zeitpunkt t_2 beginnt demnach die Zündphase des elektronischen Vorschaltgerätes, die bei einer normal arbeitenden Leuchtstofflampe FL bis zu dem Erreichen eines Zeitpunktes t_4
30 abgeschlossen sein muß, andernfalls schaltet das elektronische Vorschaltgerät selbständig ab. In Figur 3 ist dieser maximal für die Dauer einer Zündphase vorgegebene Zeitabschnitt mit Δt bezeichnet.

35 Wie in der Vorheizphase Apt überwacht die Überwachungsschaltung MON weiterhin kontinuierlich den in der Halbbrückenschaltung fließenden Strom und gibt jeweils bei Übereinstim-

5 mung des dem momentanen Halbbrückenstrom entsprechenden Eingangssignales M mit der momentan aktivierten Schwelle, nun der Zündschwelle M_i einen der Steuerimpulse QM an die Auswahl-
wahl-schaltung SEL ab, bis die Leuchtstofflampe FL zündet. In
10 dem in Figur 3 illustrierten normalen Zündvorgang ist dies zum Zeitpunkt t_3 der Fall. Nach dem Zünden der Leucht-
stofflampe FL gibt die Überwachungsschaltung MON keine weiteren Steuerimpulse QM ab, weil nun der Halbbrückenstrom die in
der Überwachungsschaltung MON noch aktivierte hohe Zünd-
schwelle M_i nicht mehr erreicht.

Dessen ungeachtet wird aber der der Zeitwertgeber PST zuge-
ordnete externe Ladekondensator CT weiter aufgeladen, so daß
15 die dem Zeitwertgeber PST zugeführte Eingangsspannung weiter-
hin ansteigt. Das Ende der vorgegebenen maximalen Zündphase Δ
it ist zum Zeitpunkt t_4 erreicht. Zu diesem Zeitpunkt durch-
läuft das Eingangssignal des Zeitwertgebers einen weiteren
der vorgegebenen Referenzpegel, den Zündpegel P_i . Im Fehler-
fall, d. h. bei zündunwilliger Leuchtstofflampe FL müßte nun
20 ein automatisches Rücksetzen des elektronischen Vorschaltge-
rät es eingeleitet werden. Deswegen erzeugt der Zeitwertgeber
PST ab diesem Zeitpunkt t_4 als weiteres Ausgangssignal das
zweite Auswahl-signal S2, das eine Abschaltphase Δ_{st} kenn-
zeichnet. Dieses wird dem Abschaltkreis SD zugeführt, um die-
25 sen freizugeben. Die Abschaltfunktion wird im Beispiel gemäß
Figur 3 aber nicht ausgeführt, weil der Abschaltkreis SD bei
rechtzeitig zündender Leuchtstofflampe FL zu diesem Zeitpunkt
keine weiteren, von der Überwachungsschaltung MON abgegebenen
Steuerimpulse QM empfängt. Im übrigen bleibt in der Überwa-
30 chungsschaltung MON weiterhin die Zündschwelle M_i aktiviert.

Schließlich erreicht die Aufladung des externen Ladekondensa-
tors CT zu einem Zeitpunkt t_5 einen Wert, der einem dritten
Referenzpegel, dem Rücksetzpegel P_r des Zeitwertgebers PST
35 entspricht. Durch das weitere Ausgangssignal S3 der Zeit-
wertgeber PST wird nun in der Überwachungsschaltung MON die
zu detektierende Schwelle auf eine Ruheschwelle M_o abgesenkt,

die zwischen Vorheiz- und Zündschwelle M_p bzw. M_i liegt. Weiterhin gibt also die Überwachungsschaltung MON im angenommenen Fall einer normal zündenden Leuchtstofflampe FL keine Steuerimpulse ab, so daß die freigegebene Abschaltfunktion
5 nicht aktiviert werden kann. Eingeleitet wird zu diesem Zeitpunkt t_5 aber die Entladung des dem Zeitwertgeber PST zugeordneten externen Ladekondensators CT.

Diese Entladung setzt sich fort, bis das Eingangssignal der
10 Zeitwertgeber PST zum Zeitpunkt t_6 auf den Zündpegel P_i abgesunken ist. Damit setzt der Zeitwertgeber PST das zweite Ausgangssignal S2 zurück und sperrt den Abschaltkreis SD. Die in der Überwachungsschaltung MON aktivierte Ruheschwelle M_o bleibt dagegen unverändert. Im weiteren Verlauf wird die Kon-
15 densatorladung des externen, dem Zeitwertgeber PST zugeordneten Kondensators CT weiter erniedrigt, bis auch das daraus abgeleitete Eingangssignal des Zeitwertgebers PST in einen Ruhepegel P_o einschwingt. Damit ist der stationäre Betriebszustand bei brennender Leuchtstofflampe FL erreicht. In dem
20 Ablaufdiagramm von Figur 3 ist die diesem Zustand entsprechende Normalbetriebsphase mit $\Delta o t$ bezeichnet. Dabei sind der Zeitwertgeber PST sowie die Überwachungsschaltung MON in einem Wartezustand und die Ansteuerung der Leistungstransistoren V2, V3 wird allein über den ersten Regelkreis OPR, CCO
25 geregelt.

In dem Ablaufdiagramm von Figur 4 ist nun ein erster der möglichen Störfälle illustriert. Hier wird angenommen, daß im stationären Betrieb der brennenden Leuchtstofflampe FL eine
30 Störung (z. B. durch Gasverlust bei intakten Lampenwendeln) auftritt und die Leuchtstofflampe FL erlischt. Dies sei zu einem Zeitpunkt t_7 der Fall. Bis dahin entsprechen Zustand und Funktion des integrierten Schaltkreises IC dem vorstehend beschriebenen Fall in der Normalbetriebsphase $\Delta o t$. Die
35 Überwachungsschaltung MON detektiert zu diesem Zeitpunkt ein über der Ruheschwelle M_o liegendes, dem momentanen Halbbrückenstrom entsprechendes Eingangssignal M und gibt einen

Steuerimpuls QM ab. Damit wird unter anderem die zweite interne Stromquelle IT wieder eingeschaltet, d. h. die Zeitbasis - hier nun unmittelbar für eine Wiederzündphase Δt - gestartet. Die Stromquelle kann alternativ auch nur dann wieder
5 eingeschaltet werden, wenn mehrere Steuerimpulse QM in einem bestimmten Zeitraum gezählt werden.

In der Überwachungsschaltung MON wird die Zündschwelle M_i aktiviert und aufgrund des überhöhten Stromes in der Halbbrückenschaltung gibt die Überwachungsschaltung MON fortlaufend Steuerimpulse QM ab. Nun läuft wieder der bereits erläuterte Vorgang für die Zündphase Δt ab. In diesem Falle zündet aber die Leuchtstofflampe FL wegen der angenommenen Störung nicht rechtzeitig. Der bereits zum Ablauf der Zündphase
10 Δt durch Setzen des zweiten Ausgangssignales S2 der Zeitwertgeber PST freigegebene Abschaltkreis SD wird durch einen weiteren, von der Überwachungsschaltung MON abgegebenen Steuerimpuls QM aktiviert, wie in Figur 3 in dem mit SD bezeichneten Impulsdiagramm gezeigt ist. Auch hier können alternativ mehrere Ereignisse gezählt werden, bevor der Abschaltkreis SD aktiviert wird. Der Abschaltkreis SD deaktiviert die Auswahl-
15 schaltung SEL und setzt gleichzeitig den Eingangskomparator UVLO zurück. Wie in Figur 4 weiter dargestellt ist, werden mit Ausnahme des Abschaltkreises SD im übrigen alle für den Lampenbetrieb wesentlichen Funktionen des integrierten Schaltkreises IC in einen definierten Anfangszustand zurückgesetzt. Nach einem Lampenwechsel oder nach
20 Wiederanlegen der Netzspannung L, N ist dann das elektronische Vorschaltgerät erneut betriebsbereit.

30
Hätte es sich dagegen bei der zum Zeitpunkt t_7 angenommenen Störung lediglich um eine kurzzeitige Störung gehandelt, dann wären zwar auch die oben beschriebenen, zu diesem Zeitpunkt eingeleiteten Vorgänge angelaufen, hätten sich aber nicht
35 ausgewirkt, denn bei einer nur kurzzeitig auftretenden Störung liefert die Überwachungsschaltung MON keine weiteren aus einer anhaltenden Störung abgeleiteten Steuerimpulse QM.

Im integrierten Schaltkreis IC laufen in diesem Falle die Steuervorgänge so ab, wie anhand von Figur 3 nach dem Zünden der Leuchtstofflampe FL beschrieben.

- 5 In Figur 5 ist nun, im Gegensatz zu einem normalen Zündvorgang gemäß dem Ablaufdiagramm von Figur 3, der Fall einer nicht ordnungsgemäß zündenden Leuchtstofflampe FL zugrundegelegt, bei der zwar kein Wendelfehler vorliegt, die aber z. B. aufgrund eines Gasverlustes dauernd zündunwillig ist. In diesem Falle zündet die Leuchtstofflampe FL bis zum Ablauf der maximal vorgegebenen Zündphase Δt nicht. Mit dem zweiten Auswahlsignal S2 des Zeitwertgebers PST wird damit der Abschaltkreis SD freigegeben, die Überwachungsschaltung MON detektiert weitere Zündversuche mit überhöhtem Halbbrückenstrom und gibt weiter Steuerimpulse QM ab. Damit wird der Abschaltkreis SD aktiviert und setzt das elektronische Vorschaltgerät, wie oben für eine anhaltende Betriebsstörung beschrieben, still. Auch in diesem Falle wird die Abschaltung solange aufrechterhalten, bis die Netzspannung L, N abgeschaltet oder
- 10
15
20 die Leuchtstofflampe FL gewechselt wird.

- Es muß jedoch auch damit gerechnet werden, daß bei einer gealterten Leuchtstofflampe FL der Wendelwiderstand stark erhöht ist und sie deshalb nicht normal zündet. In diesem Falle
- 25 läuft der Startvorgang bis zum Ende der Vorheizphase Δt wie bei einer normal zündenden Leuchtstofflampe FL (Figur 3) oder auch der wegen eines Gasverlustes zündunwilligen Leuchtstofflampe FL (Figur 5) ab. Anders als in dem in Figur 5 dargestellten Fehlerfall setzt aber bei einem unzulässig erhöhten Wendelwiderstand die übergeordnete, über die Ansteuerung des ersten Leistungstransistors V1 wirksame Mittelwertstromregelung ein. Sie begrenzt den Halbbrückenstrom. Die Folge ist, daß in der automatisch eingeleiteten Zündphase Δt die Überwachungsschaltung MON keine Steuerimpulse QM erzeugt,
- 30
35 weil ihre vom momentanen Halbbrückenstrom abgeleiteten Eingangsimpulse M die Zündschwelle M_i nicht erreichen. Am Ende der Zündphase Δt wird dann zwar wieder der Abschaltkreis SD

freigegeben, kann aber nicht aktiviert werden, weil die immer noch auf die Zündschwelle M_i eingestellte Überwachungsschaltung MON keine Steuerimpulse QM erzeugt. Mit fortschreitender Zeitbasis detektiert dann der Zeitwertgeber PST ein Eingangssignal, das ihrem dritten Schwellwert, dem Rücksetzschwellwert P_r entspricht. Wie bei einem normalen Startvorgang (Figur 3) wird zu diesem Zeitpunkt der Referenzpegel der Überwachungsschaltung MON auf die Ruheschwelle M_o abgesenkt und die Entladung des externen, dem Zeitwertgeber PST zugeordneten Ladekondensators CT eingeleitet. In diesem Fehlerfall einer verbrauchten Wendel der Leuchtstofflampe FL reicht der zwar durch die Mittelwertstromregelung begrenzte Halbbrückenstrom nun aber aus, um die Überwachungsschaltung MON Steuerimpulse QM abgeben zu lassen. Da der Abschaltkreis SD immer noch freigegeben ist, wird er damit aktiviert und die beschriebene Abschaltfunktion damit in Gang gesetzt. Das elektronische Vorschaltgerät wird, wie oben beschrieben, stillgesetzt, wobei die Abschaltung aufrechterhalten wird, bis die Netzspannung L, N abgeschaltet oder die Leuchtstofflampe FL gewechselt wird.

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele illustrieren, daß es durch Implementierung einer definierten Zeitbasis in Verbindung mit einer geeigneten, kontinuierlichen Überwachung des Halbbrückenstromes möglich ist, automatisch ablaufende Funktionsabläufe im elektronischen Vorschaltgerät vorzusehen, die alle denkbar möglichen Betriebszustände der zu betreibenden Leuchtstofflampe FL sicher erfassen und das elektronische Vorschaltgerät ohne manuellen Eingriff jeweils in einen angepaßten, definierten Zustand setzen. Diese Funktionsabläufe sind so gestaltet, daß sie sich insbesondere elegant in einem hochintegrierten, hochspannungsfesten Schaltkreis IC realisieren lassen. Von Bedeutung ist dabei, abgesehen von der hohen Betriebssicherheit der gesamten Lampenbetriebsschaltung, auch eine besonders kostengünstige Fertigung in der Serie, weil das elektronische Vorschaltgerät der beschriebenen

Art mit einer an sich geringen Anzahl diskreter Bauteile zu realisieren ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben mindestens einer Leuchtstofflampe (FL) mit Hilfe eines elektronischen Vorschaltgerätes, das eine an Netzwechselspannung (L, N) liegende Gleichrichterschaltung (GL), eine mit dieser gekoppelten Halbbrückenschaltung mit zwei in Serie zueinander liegenden, alternativ aktivierten Leistungstransistoren (V2, V3) sowie einen Steuer- und Regelkreis (IC) mit einer Überwachungsschaltung (MON) zum kontinuierlichen Überwachen eines Laststromes und mit einer davon abgeleitet hochfrequent geregelten Ansteuerschaltung (VCO, SEL, HSD, LSD) für die Leistungstransistoren (V2, V3) aufweist und das mit einem an dem Ausgang der Halbbrückenschaltung angeordneten Lastkreis, der die mindestens eine Leuchtstofflampe (FL) enthält und diesen Laststrom überwacht wird, verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Lampenstart sowie bei jeder im Brennbetrieb auftretenden Störung definiert ein Zeitwertgeber (PST, IT, CT) gestartet wird, der eine Zeitbasis für die anschließenden Steuer- und Regelvorgänge erzeugt und dazu zu vorgegebenen Zeitpunkten (z. B. t_2 , t_4 , t_5 , t_6) jeweils Zeitsteuersignale (S1, S2, S3) abgibt, daß mit diesen Zeitsteuersignalen in der Überwachungsschaltung (MON) jeweils vorgegebene, unterschiedliche Referenzpegel (M_p , M_i bzw. M_o) für den zu detektierenden Laststrom eingestellt werden bzw. ein automatisches Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes für einen vorgegebenen, begrenzten Zeitraum vorbereitet wird, daß die Überwachungsschaltung (MON) den Momentanwert des Laststromes mit dem jeweils aktivierten Referenzpegel vergleicht und bei Erreichen dieses Referenzpegels jeweils einen Steuerimpuls (QM) abgibt und daß diese Steuerimpulse, die in Abhängigkeit von ihrem Auftreten bzw. Ausbleiben während vorgegebener, durch den Zeitwertgeber definierter Zeiträume (Δp_t , Δi_t , Δs_t , Δo_t) normale oder auch fehlerhafte Zustände im Lastkreis wiedergeben, bei ungestörtem Betriebszustand auf die geregelte Ansteuerschaltung (VCO, ISC, SEL, HSD, LSD) einwirkend den Lampenstrom zeitab-



hängig regeln bzw. im Fehlerfall das vorbereitete automatische Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes auslösen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
5 net, daß die von dem Zeitwertgeber (PST, IT, CT) gelieferte Zeitbasis bei einem Lampenstart mit einer Vorheizphase (Δt_p) beginnt, an die sich in unmittelbarer zeitlicher Reihenfolge eine Zündphase (Δt_i) maximaler Dauer, eine Abschaltphase (Δt_{st}) sowie eine Normalbetriebsphase (Δt_o) anschließen, dagegen
10 bei einer während des Normalbetriebes detektierten Störung unter Ausschluß einer Vorheizphase unmittelbar mit der Zündphase beginnt und daß der Zeitwertgeber jeweils zum Übergangszeitpunkt von einer zur darauffolgenden Zeitphase eines der diesen Zeitpunkten jeweils zugeordneten Zeitsteuersignale
15 (S_1 , S_2 bzw. S_3) erzeugt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
net, daß in der Überwachungsschaltung (MON) während der Vorheizphase (Δt_p) ein erster Referenzpegel (M_p), der den
20 Laststrom auf einen relativ niedrigen Wert begrenzt, in der bei einem Lampenstart sich anschließenden Zündphase (Δt_i) ein wesentlich höherer, zweiter Referenzpegel (M_i), der zum Erzeugen einer erhöhten Zündspannung an der Leuchtstofflampe (FL) ausreicht und in der Normalbetriebsphase (Δt_o) ein drit-
25 ter, zwischen den beiden anderen Referenzpegeln liegender Referenzpegel (M_o) aktiviert wird, aufgrund dessen ein gegebenenfalls auch nur kurzzeitiges Ansteigen des Laststromes über einen vorgegebenen Wert als Störung detektiert wird, woraufhin eine Fehlerüberwachung mit Hilfe des dann aus einem dem
30 Normalbetrieb zugeordneten Wartezustand reaktivierten Zeitwertgebers (PST, IT, CT) ausgelöst wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit dem Beginn
35 der Abschaltphase (Δt_{st}) vorbereitetes automatische Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes nur dann ausgelöst wird, wenn die Überwachungsschaltung (MON) in dieser Abschaltphase



weiterhin mindestens einen Steuerimpuls (QM) abgibt und damit einen unzulässig erhöhten Laststrom signalisiert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß mit dem automatischen Ab-
5 schalten des elektronischen Vorschaltgerätes in der geregel-
ten Ansteuerschaltung (CCO, ISC, SEL, HSD, LSD) die Ansteue-
rung für die Leistungstransistoren (V2, V3) der Halbbrücken-
schaltung gesperrt wird und daß diese Abschaltfunktion auf-
rechterhalten wird, solange die Stromversorgung des inte-
10 grierten Steuer- und Regelkreises (IC) nicht unterbrochen
wird.

6. Elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens ei-
ner Leuchtstofflampe (FL), das eine an Netzwechselspannung (L,
N) liegende Gleichrichterschaltung (GL), eine damit ausgangs-
15 seitig gekoppelte Halbbrückenschaltung mit zwei in Serie zu-
einander liegenden, alternativ aktivierbaren Leistungstran-
sistoren (V2, V3) sowie einen Steuer- und Regelkreis (IC)
aufweist, der eine Überwachungsschaltung (MON) zum kontinu-
ierlichen Überwachen eines Laststromes und eine davon abge-
20 leitet hochfrequent geregelte Ansteuerschaltung (CCO, SEL,
HSD, LSD) für die Leistungstransistoren (V2, V3) besitzt,
wobei ein Lastkreis, der die mindestens eine Leuchtstofflampe
(FL) umfaßt und dessen Laststrom überwacht wird an dem Aus-
gang der Halbbrückenschaltung angeordnet ist,
25 dadurch gekennzeichnet, daß die an die Halbbrücken-
schaltung angekoppelte Überwachungsschaltung (MON) als ein
Schwellwertkomparator mit mehreren, individuell aktivierbaren
Referenzpegeln (Mp, Mi, Mo) ausgebildet ist, der jeweils ei-
nen Steuerimpuls (QM) erzeugt, sobald der impulsförmige Last-
30 strom den momentan aktivierten Referenzpegel erreicht, daß
der Überwachungsschaltung (MON) ein steuerbarer Zeitwertgeber
(PST) zugeordnet ist, der bei einem Lampenstart bzw. bei
einer detektierten Störung automatisch anschwingt und für den
Steuer- und Regelkreis (IC) eine Zeitbasis mit einer Folge
35 von definierten Zeiträumen (Δt_p , Δt_i , Δt_s , Δt_o) vorgibt; de-
nen jeweils ein vorgegebenes, an seinem Ausgang abgegebenes



Steuersignal (S1, S2, S3) zugeordnet ist, durch das in der Überwachungsschaltung (MON) jeweils einer der Referenzpegel aktivierbar ist, und daß ein Abschaltkreis (SD) zum Rücksetzen der Ansteuerschaltung (CCO, SEL, HSD, LSD) im Fehlerfall
5 vorgesehen ist, dem, eingangsseitig mit dem Zeitwertgeber (PST) verbunden, eines der von diesem abgegebenen Steuersignale (S2) als Freigabesignal zugeführt ist und der, außerdem an den Ausgang der Überwachungsschaltung (MON) angeschlossen, durch deren ausgangsseitige Steuerimpulse (QM) ausgelöst wird
10 und das elektronische Vorschaltgerät rückgesetzt hält, solange die Stromversorgung des Steuer- und Regelkreises (IC) über die Netzwechselspannung (L, N) aufrechterhalten bleibt.

7. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitwertgeber (PST, IT, CT) eine steuerbare, interne Stromquelle, deren
15 Ausgang mit einem Ladekondensator (CT) verbunden ist, sowie einen weiteren Schwellwertkomparator (PST) mit einer Mehrzahl von vorgegebenen Schwellwerten (Pp, Pi, Pr, Po) umfaßt, dessen Eingang an den Verbindungspunkt zwischen der internen
20 Stromquelle (IT) und dem Ladekondensator (CT) angeschlossen ist und der in Abhängigkeit von der Aufladung des Ladekondensators (CT) durch einen Schwellwertvergleich, die vorgegebenen Zeiträume (Apt, Ait, Ast, Aot) definierend, die zugeordneten Steuersignale (S1, S2, S3) erzeugt.

25 8. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuereingang der internen Stromquelle (IT) mit dem Ausgang der Überwachungsschaltung (MON) verbunden ist, sodaß die interne Stromquelle (IT) durch die Steuerimpulse (QM) der Überwachungsschaltung (MON) aktiviert wird.
30

9. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitwertgeber (PST) mit vier Schwellwerten (Pp, Pi, Pr, Po) zum Bewerten der am Ladekondensator (CT) kontinuierlich ansteigenden Ladespannung
35 ausgestattet ist, wobei mit dem Durchgang der Ladespannung



durch einen ersten, niedrigen Schwellwert (P_p) das Ende des ersten Zeitraumes, als Vorheizphase (Δt_p) definiert, sowie der Beginn des zweiten Zeitraumes, als Zündphase (Δt_i) vorgegebener maximaler Dauer, definiert, festliegt, mit dem Durchgang der Ladespannung durch den zweiten Schwellwert (P_i) der Übergang von der Zündphase (Δt_i) zu einer Abschaltphase (Δt_s) bestimmt ist, deren Ende mit dem Durchgang der Ladespannung durch den dritten Schwellwert (P_r) maximalen Pegels erreicht ist und der vierte Schwellwert (P_o), dessen Pegel zwischen dem ersten Schwellwert (P_p) und dem zweiten Schwellwert (P_i) liegt, im stationären Brennbetrieb der Leuchtstofflampe (FL) einem Betriebspegel entspricht, auf dem der Zeitwertgeber (PST) in einem Wartezustand gehalten wird.

10. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die als ein weiterer Schwellwertkomparator ausgebildete Überwachungsschaltung (MON) drei, über den Zeitwertgeber (PST) individuell aktivierbare Referenzpegel (M_p , M_i , M_o) besitzt, dabei ein erster Referenzpegel (M_p) der Vorheizphase (Δt_p) zugeordnet ist, womit die Überwachungsschaltung (MON), den Laststrom begrenzend, in dieser Vorheizphase eine Folge von Steuerimpulsen (QM) erzeugt, ein zweiter, hoher Referenzpegel (M_i) der Zündphase (Δt_i) und der anschließenden Abschaltphase (Δt_s) zugeordnet ist, womit die Überwachungsschaltung (MON) weiterhin Steuerimpulse (QM) abgibt, solange Zündversuche andauern und ein dritter Referenzpegel (M_o), der gegebenenfalls mit dem ersten Referenzpegel identisch sein kann, dem stationären Betriebszustand einer fehlerfrei brennenden Leuchtstofflampe (FL) zugeordnet ist, in dem sich die Überwachungsschaltung (MON) in einem Wartezustand befindet und keine Steuerimpulse abgibt.

11. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ansteuerschaltung (CCO, SEL, HSD, LSD) eine Auswahlerschaltung (SEL) mit zwei zueinander invers aktivierten Ausgängen, über die jeweils einer der beiden Leistungstransistoren (V_2 bzw.



V3) der Halbbrückenschaltung alternativ ansteuerbar ist und mit einem an den Ausgang der Überwachungsschaltung (MON) angeschlossenen ersten Steuereingang sowie einen weiteren Steuereingang und weiterhin ein eingangsseitig an die Halbbrückenschaltung angekoppelter, stromgeregelter Hochfrequenzoszillator (CCO, OPR, ISC) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit dem zweiten Steuereingang der Auswahl schaltung (SEL) verbunden ist, wobei der Hochfrequenzoszillator einen Regelkreis (OPR, CCO) umfaßt, der den Lampen- bzw. Halbbrückenstrom, insbesondere im stationären Brennbetrieb der Leuchtstofflampe (FL) auf einem vorgegebenen Mittelwert konstant hält und in Verbindung mit der Überwachungsschaltung (MON) eine übergeordnete Stromregelung gegeben ist, die während eines Lampenstarts, aber auch im Störfall einen Spitzenstrom erkennt, begrenzt und regelt.

12. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß für den Steuer- und Regelkreis (IC) eine geregelte Stromversorgung mit einem Eingang für die Versorgungsspannung (Vcc) vorgesehen ist, der über einen weiteren Kondensator (Ccc) auf Referenzpotential, vorzugsweise Masse sowie dazu parallel über eine Reihenschaltung zweier Dioden (DN, DP) ebenso auf Referenzpotential gelegt ist, daß an deren Verbindungspunkt und dem Ausgang der Halbbrückenschaltung ein weiterer Kondensator (Cp) angeschlossen ist und daß weiterhin ein elektronischer Schalter (VD) zum geregelten Steuern der Ladung dieses weiteren Kondensators (Cp) vorgesehen und derart gesteuert ist, daß er, bei Überschreiten einer vorgegebenen oberen Toleranz der Versorgungsspannung (Vcc) aktiviert, den weiteren Kondensator (Cp) entlädt und bei Unterschreiten einer vorgegebenen unteren Toleranz für die Versorgungsspannung wieder sperrt, so daß die Ladung des weiteren Kondensators (Cp) wieder dem Kondensator (Ccc) zugeführt wird.

13. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 12, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der elektronische Schalter als Schalttransistor (VD) ausgebildet und



mit seiner Kollektor-Emitter-Strecke zwischen dem Verbindungspunkt der beiden, in Reihe geschalteten Dioden (DN, DP) und einem Referenzpotential, insbesondere Masse, angeordnet ist und daß ein trägheitsarmer, weiterer Komparator (TPR) vorgesehen ist, dem die Versorgungsspannung (Vcc) zum Bewerten in bezug auf einen oberen und einen unteren Schwellwert zugeführt ist und an dessen Ausgang der Steuereingang des Schalttransistors angeschlossen ist.

14. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung des Steuer- und Regelkreises (IC) ferner einen an den Eingang für die Versorgungsspannung (Vcc) angeschlossenen spannungsfesten Einschaltkomparator (UVLO) mit einem bis zum Erreichen einer vorgegebenen Startspannung hochohmigen Eingangswiderstand aufweist, an dessen Ausgang eine Gleichspannungsquelle (REF) zum Erzeugen einer Referenzspannung (VRef) als definiertes Bezugspotential für Regelvorgänge im Steuer- und Regelkreis (IC) sowie parallel dazu eine weitere gesteuerte Stromquelle (BIAS) für die interne Gleichstromversorgung des Steuer- und Regelkreises angeschlossen ist.

15. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Einschaltkomparator (UVLO) an den Ausgang des Abschaltkreises (SD) mit einem Steuereingang angeschlossen ist, über den der Einschaltkomparator im rückgesetzten Zustand des Steuer- und Regelkreises (IC) in seinen hochohmigen Zustand schaltbar ist.

16. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß dem stromgeregelten Hochfrequenzoszillator (CCO, OPR) eine weitere interne, gesteuerte Stromquelle (ISC) mit einem an die Überwachungsschaltung (MON) angeschlossenen Setzeingang (S) und einem an einen der Ausgänge der Auswahlhaltung (SEL) angeschlossenen Rücksetzeingang (R) zugeordnet ist, deren



Ausgang über einen weiteren externen Kondensator (Cc) an Referenzpotential bzw. den niedrigen Potential führenden Anschluß der Gleichrichterbrücken (GL) gelegt ist und daß weiterhin ein Regeloperationsverstärker (OPR) vorgesehen ist, dessen nicht invertierendem Eingang (+) über einen weiteren Vorwiderstand (Ro) an den Ausgang der Halbbrückenschaltung (V2, V3) angeschlossen, ein dem Momentanwert des Laststromes entsprechendes Eingangssignal und dessen invertierendem Eingang (-), an einen Verbindungspunkt zwischen der gesteuerten internen Stromquelle (ISC) und den externen Kondensator (Cc) angeschlossen, ein dem Ladungszustand dieses Kondensators entsprechendes Eingangssignal zugeführt ist und dessen Ausgang über eine Entkopplungsdiode entkoppelt, an diesen Verbindungspunkt zwischen der gesteuerten internen Stromquelle (ISC) und dem externen Kondensator (Cc) sowie weiterhin an einen Steuereingang (i) des stromgeregelten Oszillators (CCO) angeschlossen ist.

17. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch einen weiteren, als Komparator (COMP) eingesetzten Differenzspannungsverstärker, dessen invertierender Eingang (-) die Referenzspannung (VRef) als Bezugspotential und dessen nicht invertierender Eingang (+) über die Entkopplungsdiode an den Ausgang des Regeloperationsverstärkers (OPR) angeschlossen ist, so daß über diesen Komparator detektierbar ist, wenn der Regeloperationsverstärker (OPR) seinen definierten Regelbereich verläßt, woraufhin der Komparator (COMP) ein Steuersignal (S4) erzeugt, das, der Überwachungsschaltung (MON) zugeführt, in dieser eine Absenkung ihrer vorgegebenen Referenzpegel (Mp, Mi, Mo) bewirkt.

