

(19)



(11)

**EP 2 604 097 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.01.2016 Patentblatt 2016/02**

(51) Int Cl.:  
**H05B 41/392 (2006.01) H05B 41/28 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11749142.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/063754**

(22) Anmeldetag: **10.08.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/020047 (16.02.2012 Gazette 2012/07)**

**(54) MODULATION EINES PFC BEI DC-BETRIEB**

MODULATION OF A PFC DURING DC OPERATION

MODULATION D'UN CIRCUIT DE CORRECTION DU FACTEUR DE PUISSANCE LORS DU FONCTIONNEMENT EN COURANT CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **MITTERBACHER, Andre**  
**A-6850 Dornbirn (AT)**

(30) Priorität: **10.08.2010 DE 102010039154**

(74) Vertreter: **Rupp, Christian**  
**Mitscherlich PartmbB**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Sonnenstraße 33**  
**80331 München (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.06.2013 Patentblatt 2013/25**

(73) Patentinhaber: **Tridonic GmbH & Co KG**  
**6851 Dornbirn (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 490 329 WO-A2-2006/042640**  
**US-A- 4 683 529 US-A1- 2004 047 166**

(72) Erfinder:  
 • **LAMPERT, Peter**  
**A-6804 Feldkirch (AT)**

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

**EP 2 604 097 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, wie beispielsweise eines elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen oder LEDs. Das Betriebsgerät weist dabei eine aktiv getaktete Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC, Power Factor Correction) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangstromaufnahme auf, die bspw. in Form eines Schaltreglers (Hochsetzstellers) mit einem getakteten Schalter ausgebildet ist, wobei der Schalter von einer Steuerschaltung angesteuert wird.

**[0002]** Wie gesagt, die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Betriebsgeräte für Lasten in Form von Leuchtmitteln, die PFC-Schaltungen aufweisen. Ein derartiges, aus der DE 10128588 A1 bekanntes Betriebsgerät ist in Fig. 1 dargestellt. Genauer gesagt handelt es sich bei dem in Fig. 1 dargestellten Gerät um ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG). Dieses in Fig. 1 dargestellte Vorschaltgerät ist eingangsseitig über ein Hochfrequenzfilter 1 an eine Netzversorgungsspannung  $U_0$  angeschlossen. Der Ausgang des Hochfrequenzfilters 1 ist mit einer Gleichrichterschaltung 2 in Form eines Vollbrückengleichrichters verbunden. Die von der Gleichrichterschaltung 2 gleichgerichtete Versorgungswechselspannung stellt zugleich die Eingangsspannung  $U_i$  für die Glättungsschaltung 3 dar. Diese wird im vorliegenden Beispiel durch einen Glättungskondensator C1 sowie eine Induktivität L1, einen steuerbaren Schalter in Form eines MOS-Feldeffekttransistors S1 und eine Diode D1 aufweisenden Hochsetzsteller gebildet. Anstelle des Hochsetzstellers können auch andere Schaltregler verwendet werden. Die PFC-Schaltung wird durch die Wahl der Ansteuerung des Schalters S1 gebildet.

**[0003]** Durch ein entsprechendes Schalten des MOS-Feldeffekttransistors S1 wird in an sich bekannter Weise (s. beispielsweise auch WO 99/34647 A1) eine über dem nachfolgend angeordneten Speicherkondensator C2 anliegende Zwischenkreisspannung  $U_z$  erzeugt, die dem Wechselrichter 4 zugeführt wird. Der Wechselrichter 4 wird im vorliegenden Beispiel durch zwei weitere in einer Halbbrückenordnung angeordnete MOS-Feldeffekttransistoren S2 und S3 gebildet. Durch hochfrequentes Takten dieser beiden Schalter S2 und S3 wird an deren Mittenabgriff eine hochfrequente Wechselspannung erzeugt, die dem Lastkreis 5 mit der daran angeschlossenen Gasentladungslampe LA zugeführt wird.

**[0004]** Die Funktionsweise dieses Hochsetzstellers ist im Prinzip bereits bekannt und soll daher im Folgenden lediglich kurz zusammengefasst werden. Ist der Feldeffekttransistor S1 leitend, steigt der Strom in der Induktivität L1 linear an. Sperrt hingegen der Feldeffekttransistor S1, entlädt sich der Strom in den Speicherkondensator C2. Durch ein gezieltes Ansteuern des Schalters S1 kann die Energieaufnahme des Hochsetzstellers und damit auch die an dem Speicherkondensator C2 anliegende Zwischenkreisspannung (Busspannung)  $U_z$  beein-

flusst werden.

**[0005]** Das Ansteuern des Schalters S1 des Hochsetzstellers erfolgt durch eine Steuerschaltung 6, welche entsprechende Schaltinformationen erzeugt und an eine sich an die Steuerschaltung 6 anschließende Treiberschaltung 7 übermittelt. Diese wiederum setzt die Schaltinformationen in entsprechende Leistungs-Steuersignale um und steuert über die Leitung 14 das Gate des Feldeffekttransistors S1. In gleicher Weise werden von der Steuerschaltung 6 und der Treiberschaltung 7 auch Signale zum Ansteuern der beiden Feldeffekttransistoren S2 und S3 des Wechselrichters 4 erzeugt. Sämtliche Komponenten der Steuereinheit 6 können beispielsweise über einen zentralen Taktgeber 8 synchronisiert werden, der ihnen entsprechende Taktsignale übermittelt. Die Steuereinheit 6 ist als anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) ausgebildet und nimmt dementsprechend nur wenig Platz ein.

**[0006]** Das Berechnen der Schaltinformationen für den Schalter S1 des Hochsetzstellers erfolgt durch einen innerhalb der Steuerschaltung 6 angeordneten digitalen Regelkreis 9. Hierzu weist die Steuerschaltung 2 Analog/Digital-Wandler  $ADC_1$  und  $ADC_2$  auf, welche die über die Eingangsleitung 15 zugeführte Eingangsspannung  $U_i$  und die über die Eingangsleitung 16 zugeführte Zwischenkreisspannung  $U_z$  in Digitalwerte umsetzen.

**[0007]** Der Rechenblock 12 dient dazu, auf Basis des aktuellen Werts der Zwischenkreisspannung  $U_z$  eine geeignete Einschaltdauer für den Schalter S1 zu berechnen. Bevor allerdings anhand der von dem Rechenblock 12 bestimmten Einschaltdauer ein Steuersignal für den Schalter S1 erzeugt wird, wird die Einschaltdauer allerdings noch durch einen Zusatzwert ergänzt (verlängert), der von dem Schaltzeit-Verlängerungsblock 13 bestimmt wird. Hierzu weist der Schaltzeit-Verlängerungsblock 13 einen Speicher mit einer Tabelle auf, die jeden Wert der Eingangsspannung  $U_i$  ein bestimmtes Zeitintervall zuordnet, um das die Einschaltzeit des Schalters S1 verlängert wird. Der Wert dieses Zusatzintervalls wird der von dem Rechenblock 12 berechneten Einschaltdauer wie gesagt hinzugefügt und einem Ausgangsblock 11 übermittelt. Dieser erzeugt eine entsprechende Schaltinformation, die der Treiberschaltung 7 zugeführt wird, welche dann schließlich durch ein entsprechendes Steuersignal über die Leitung 14 an den Schalter S1 übermittelt.

**[0008]** In allgemeinsten Weise besteht der Zusammenhang zwischen der Einschaltverlängerung und der Eingangsspannung darin, dass die Einschaltverlängerung umso größer ist, je niedriger die Eingangsspannung  $U_i$  ist. Insbesondere wird also die Einschaltverlängerung im Bereich der Nulldurchgänge der sinusförmigen Wechselspannung erfolgen, die am Eingang anliegt.

**[0009]** Ergänzend ist zu bemerken, dass die Steuerschaltung 6 auch zum Betreiben der beiden Schalter S2 und S3 des Wechselrichters 4 verwendet wird. Hierzu können ein oder mehrere - nicht dargestellte - Analog/Digital-Wandler vorgesehen sein, welche dem Lastkreis 5

entnommene Betriebsparameter in Digitalwerte umsetzen und dem digitalen Regelkreis 9 zuführen. Dargestellt ist ein Regelblock 10, der in Abhängigkeit von den Eingangssignalen Steuerinformationen für die Schalter S2 und S3 berechnet und der Treiberschaltung 7 übermittelt. Die Treiberschaltung 7 erzeugt wiederum entsprechende Steuersignale und überträgt diese über die Leitungen 17 und 18 an die Gates der beiden Feldeffekttransistoren S2 und S3 des Wechselrichters 4.

**[0010]** Die geschilderte aus dem Stand der Technik bekannte Schaltung ist für den AC-Betrieb gut geeignet, schließlich erfolgt ja die Einschaltzeitdauerverlängerung abhängig von einer Erfassung der Nulldurchgänge der anliegenden sinusförmigen Wechselspannung  $U_0$ .

**[0011]** Allgemein ist dagegen bei Anliegen einer DC-Spannung an eine derartige Schaltung die EinschaltzeitdauerVerlängerung außer Kraft. Das Anliegen einer DC-Spannung erfolgt beispielsweise im Notbetrieb. Die bekannte Schaltung arbeitet also im Notbetrieb ohne Einschaltzeitdauerverlängerung und somit mit konstanter Frequenz. Diese feste Betriebsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) 3 erzeugt somit Störungen mit im Wesentlichen fester Frequenz. Dies kann Probleme mit den auch für Notlichtbetrieb (DC-Betrieb) geltenden EMV-Vorschriften geben.

**[0012]** WO 2006/042640 A2 schafft für dieses Problem Abhilfe, indem sie lehrt, dass auch bei einer DC-Versorgung der PFC, der dann eigentlich mit konstanter Schaltfrequenz schalten würde, gezielt eine Frequenzveränderung (ein sogenannter "Sweep-Modus", auch als "wobeln" bekannt, d.h. eine zyklisch wiederkehrende Beschleunigung und Verlangsamung einer Frequenz) durchgeführt wird.

**[0013]** In der praktischen Ausgestaltung sieht dies insbesondere derart aus, dass ausgehend von einem nominalen  $t_{on}$ -Wert für den Schalter des Konverters stufenweise die  $t_{on}$ -Zeit inkrementiert wird, und dann wieder verringert wird, bis sie symmetrisch unterhalb des nominalen  $t_{on}$ -Werts abgesunken ist. Dies wiederholt sich zyklisch.

**[0014]** Dies bedeutet, dass für den AC-Betrieb die aus Fig. 1 bekannte Schaltung weiter verwendet werden kann. Indessen wird im DC-Betrieb die Betriebsfrequenz des PFC moduliert, um sozusagen das Störspektrum der Schaltung auf Nebenbänder außerhalb der Mitten-Betriebsfrequenz zu "verwässern". Dies ermöglicht eine Einhaltung der EMV-Vorschriften. Die Modulation kann dabei in einer Änderung der Einschaltzeit (d.h. Verlängerung/Verkürzung der Einschaltzeit des getakteten Schalters) und/oder der Änderung der Schaltfrequenz liegen.

**[0015]** Bei geringen Dimmpiegeln und/oder bei geringer Last ist natürlich der Nominalwert für die  $t_{on}$ -Zeit des Schalters des PFCs verringert. Dadurch kann es dazu kommen, dass bei einer Verringerung der  $t_{on}$ -Zeit unter den Nominalwert eine sehr geringe Einschaltzeit erreicht wird, die aufgrund von parasitären Effekten und Verzögerungszeiten nur noch eine verringerte Wirkung auf die

PFC-Schaltung hat. Somit besteht bei diesem Verfahren das Risiko, dass bei dem symmetrischen Absenken der  $t_{on}$ -Zeit unzulässige Einschaltzeiten für den Schalter erreicht werden (da diese Einschaltzeiten entweder für einzelne Bauteile kritisch werden können oder aber ohne Wirkung bleiben können).

**[0016]** Die vorliegende Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gesetzt, ein Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel bereit zu stellen, das einen zuverlässigen Betrieb der Leuchtmittel sicherstellt.

**[0017]** Die Erfindung bildet den Gedanken weiter, dass der "Sweep-Modus", auch als "Wobble" bekannt, abhängig von der Last adaptiv einstellbar ist, wobei die Last sich beispielsweise bei Multilampen-Geräte, an die Lampen unterschiedlicher Wattleistung angeschlossen werden können, oder auch bei unterschiedlichen Dimmpiegeln verändern kann. Daher wird bei verringerter Last und/oder verringerter  $t_{on}$ -Zeit für geringere Dimmpiegel der Frequenzhub verringert, derart, dass also die Abweichung oberhalb/unterhalb des Nominalwerts verringert wird. Somit wird insbesondere verhindert, dass bei dem symmetrischen Absenken der  $t_{on}$ -Zeit unzulässige (zu kurze) Einschaltzeiten für den Schalter erreicht werden wurden.

**[0018]** Genauer gesagt, wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

**[0019]** Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

**[0020]** Erfindungsgemäß ist also ein Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Lasten in Form von Leuchtmitteln, insbesondere eines elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen vorgesehen. Das Betriebsgerät weist dabei eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme auf. Dabei wird die Arbeitsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung bei eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert. Der Frequenzhub dieser Modulation ist dabei lastabhängig.

**[0021]** Der Frequenzhub hängt vorzugsweise von der Wattleistung der angeschlossenen Leuchtmittel und/oder des aktuellen Dimmpiegels ab.

**[0022]** Die Ausgangsspannung des PFC kann geregelt werden. Die Modulation der Frequenz kann durch eine oder mehrere der folgenden Methoden erfolgen:

- Modulation eines Sollwerts der Ausgangsspannung,
- Beaufschlagung einer Modulation auf einen direkt oder indirekt erfassten Istwert der Ausgangsspannung und/oder
- Modulation der Steuergröße der Regelung.

**[0023]** Die Einschaltzeitdauer  $t_{on}$  des Schalters wird vorzugsweise stufenweise moduliert.

**[0024]** Der Frequenzhub der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann abhängig von der Differenz zwischen dem aktuellen Nominalwert der Einschaltzeit und

einem unterem Grenzwert gewählt werden.

**[0025]** Es kann automatisch auf die Modulation der Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung umgeschaltet werden, sobald durch das Betriebsgerät das Anliegen einer DC-Spannung erkannt wird.

**[0026]** Es kann außerdem vorgesehen sein, dass bei Erreichen einer vorgegebenen unteren Schwelle der Last die Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung nicht mehr moduliert wird.

**[0027]** Bei der Erfindung ist es weiterhin erwünscht, dass zuerst ein Nominalwert für die Einschaltzeitdauer des Schalters berechnet wird, wobei dementsprechend eine bestimmte Sollbusspannung am Ausgang des PFCs eingestellt wird, und dann die Modulation der Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung erfolgt.

**[0028]** Es kann auch vorgesehen sein, dass bei Erreichen einer vorgegebenen oberen Schwelle der Last die Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung normal, d.h. ohne eine Beschränkung moduliert wird. Dies bedeutet, dass ab einer bestimmten Leistung der Sweep-Modus vom erfindungsgemäßen Verfahren uneingeschränkt ausgeführt wird und demnach die nominale Amplitude des Frequenzhubes nicht eingeschränkt wird. Somit wird bei stärkerer Leistung die auch stärkere EMV-Belastung wirksam eingeschränkt, identisch wie bei dem aus WO 2006/042640 A2 bekannten Verfahren.

**[0029]** Die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann in Form eines Schaltreglers mit getaktetem Schalter ausgebildet sein. Zur Verringerung von Störungen kann der Schalter dabei derart getaktet werden, dass seine Einschaltzeitdauer und/oder seine Schaltfrequenz bei eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird.

**[0030]** Die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann dabei derart gewählt sein, dass sich in der Ausgangsspannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eine dementsprechende Welligkeit einstellt. Mit anderen Worten, die Modulation der PFC-Schaltung wird durch diese selbst bzw. eine Zwischenbusregelung nicht angesteuert. Vielmehr erfolgt die Kompensierung dieses "Ripples" (Restwelligkeit) in der Busspannung (d.h. die Zwischenkreisspannung, die von der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung ausgegeben wird und am Speicherkondensator anliegt) zur Konstanthaltung der Leistungsaufnahme der Leuchtmitel durch Frequenzvariation des Wechselrichters. Dazu kann die Steuereinheit in an sich bekannter Weise einen Betriebsparameter wie beispielsweise den Lampenstrom und die Lampenspannung erfassen und abhängig von dieser Erfassung und einer Abweichung von einem Sollwert die Frequenz des Wechselrichters variieren.

**[0031]** Die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 15 Hz und 500 Hz, vorzugsweise zwi-

schen 90 und 400 Hz gewählt werden. Beim Stand der Technik wird die Modulation bekanntlich mit den Nulldurchgängen der Wechselspannung verknüpft, so dass sich eine Modulationsfrequenz von 100 Hz (Europa) bzw. 120 Hz (USA) ergeben kann. Bei der Erfindung ist dagegen die Modulationsfrequenz frei einstellbar und optimierbar.

**[0032]** Bei Anliegen einer DC-Spannung kann die Modulation natürlich nicht mehr durch die Nulldurchgänge der Eingangsspannung ausgelöst werden. Erfindungsgemäß kann daher vorgesehen sein, dass die Modulation der PFC-Schaltung mittels einer Timerschaltung erfolgt, mittels der Werte aus einer Look-Up-Tabelle ausgelesen werden. Diese Werte sind wie beim Stand der Technik Verlängerungswerte, die auf den eigentlichen Reglerwert  $t_{ON\_Regler}$  der Steuerschaltung aufgeschlagen werden. Der Reglerwert  $t_{ON\_Regler}$  ist dabei die Einschaltzeitdauer für den Schalter, die von einem Regler zur Konstanthaltung der Ausgangsspannung des PFC berechnet wurde. Gemäß der Erfindung kann dabei der jeweils zulässige Frequenzhub in einer Look-Up-Tabelle abgelegt sein und abhängig vom aktuellen Lastzustand oder Dimmpegel ausgelesen werden. Alternativ können die Verlängerungswerte anhand der Abweichung des Nominalwertes der Einschaltzeit von zumindest einem Grenzwert ermittelt werden.

**[0033]** Erfindungsgemäß kann automatisch auf die Modulation mittels der Timerschaltung und der Look-Up-Tabelle umgeschaltet werden, sobald das Betriebsgerät das Anliegen einer DC-Spannung erkennt. Grundsätzlich ist das automatische Erkennen des Notlichtbetriebs (Anliegen einer DC-Spannung) bereits aus der EP 490329 B1 bekannt. Es wird auf die dortige Fig. 4, Bezugszeichen C25 und R21 verwiesen.

**[0034]** Die Modulation der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann auch durch Vorgabe zumindest eines Grenzwertes beeinflusst werden, so dass der jeweils zulässige Frequenzhub abhängig vom aktuellen Lastzustand oder Dimmpegel abhängig von der Differenz der aktuellen Einschaltzeit und des Grenzwertes ermittelt werden kann.

**[0035]** Die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann im sogenannten Grenzmodus zwischen lückendem und nichtlückendem Betrieb ("Borderline Mode") betrieben werden.

**[0036]** Schließlich schlägt die Erfindung auch ein Betriebsgerät für Leuchtmitel vor.

**[0037]** Weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung sollen nunmehr anhand der Erläuterung eines Ausführungsbeispiels deutlich gemacht werden. In den begleitenden Figuren zeigen

Fig. 1 eine aus dem Stand der Technik DE 101 28 588 A1 bekannte Schaltung,

Fig. 2a eine erfindungsgemäße Schaltung,

Fig. 2b eine weitere erfindungsgemäße Schaltung,

und

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0038]** Es ist zu verstehen, dass erfindungsgemäß für den AC-Betrieb die Schaltung von Fig. 1 beibehalten werden kann. Fig. 2a und Fig. 2b zeigen zusätzlich die Bauteile, die für einen erfindungsgemäßen Betrieb mit DC-Netzspannung notwendig sein können. Im übrigen entsprechen sich diejenigen Bauteile, die in den beiden Figuren dieselben Bezugszeichen tragen.

**[0039]** Um das Störspektrum der Schaltung auch im Notfallbetrieb (DC-Netzbetrieb) zu verbessern, weist die erfindungsgemäße Schaltung wie in Fig. 2a dargestellt, eine Steuerschaltung 6 auf, die mittels eines Signals 15, das die gleichgerichtete Eingangsspannung  $U_i$  wiedergibt, und einer Schaltung 20 das Anliegen einer AC- oder DC-Spannung erkennt. Dabei kann beispielsweise eine Schaltung verwendet werden, die aus Fig. 4 der EP 490329 A1 grundsätzlich bekannt ist. Diese DC-Erkennungsschaltung 20 steuert einen Taktgenerator 8 an. Dieser Taktgenerator 8 ersetzt sozusagen die Nulldurchgänge der bei DC-Betrieb nicht mehr vorhandenen Netzspannung. Der Taktgenerator 8 steuert beispielsweise das Auslesen der Verlängerungswerte für die Einschaltzeitdauer des Schalters S1 aus einer Look-Up-Tabelle an.

**[0040]** Wie grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt, wird ggf. auch die Busspannung  $U_z$  gemessen und der Steuereinheit 6 zurückgeführt (Busspannungssignal 16), um durch Variation der Schaltfrequenz des Schalters S1 die Busspannung  $U_z$  auf einen Sollwert  $U_{REF}$  zu regeln. Die Regelung der Busspannung ergibt also einen Reglerwert  $t_{ON\_Regler}$  für die Ein- und Ausschaltzeitdauer des Schalters, welcher Reglerwert  $t_{ON\_Regler}$  auch bei DC-Betrieb mit einem sich periodisch verändernden Zusatzwert  $t_{ON\_ADD}$  beaufschlagt wird, um den Frequenzhub und/oder die Schaltfrequenz zur Verbesserung des Störspektrums zu modulieren.

**[0041]** Bei Anliegen einer AC-Spannung ist die Regelung der Busspannung  $U_z$  mittels Erfassung der Busspannung 16 und durch den Regelkreis 9 indessen verhältnismäßig langsam im Vergleich zur Modulationsfrequenz bzw. Änderung der Einschaltzeitdauer  $t_{on}$  des Schalters S1, so dass diese Modulation in der Busspannung  $U_z$  also nicht ausgeregelt wird und die Busspannung eine entsprechende im Verhältnis zur Schaltfrequenz des Schalter S1 niederfrequente Welligkeit aufweisen wird.

**[0042]** Diese Welligkeit der Busspannung kann indes durch die Rückführung eines die Leuchtmittel-Leistung wiedergebenden Parameters 19 (Leuchtmittelspannung, Leuchtmittelstrom, Erfassung der Lichtleistung über einen optischen Sensor oder dgl.) als Istwert und die Ansteuerung der Schaltfrequenz des Wechselrichters 4 zur Konstanthaltung der Leuchtmittel-Leistung auf einen vorgegebenen Sollwert kompensiert werden. Die

Kompensation der Welligkeit der Busspannung kann alternativ auch durch eine sogenannte "Feed Forward" Einstellung der Schaltfrequenz des Wechselrichters 4 erfolgen. Insbesondere kann mit steigender Höhe der aktuellen Busspannung die Schaltfrequenz des Wechselrichters 4 erhöht werden und bei sinkender Busspannung die Schaltfrequenz gesenkt werden.

**[0043]** Bei Anliegen einer DC-Spannung können die aus der Look-Up-Tabelle ausgelesenen Zusatzwerte  $t_{ON\_ADD}$  in einen Speicher des ASICs 6 geladen werden. Dann werden diese  $t_{ON\_ADD}$ -Werte vom Schaltzeitverlängerungsblock 13 zur regulären  $t_{ON\_Regler}$  vom Regler 12 addiert:

$$t_{on} = t_{ON\_ADD} + t_{ON\_Regler}$$

Dabei wird jeder  $t_{on}$ -Index für eine einstellbare Zeitdauer ('Sweep value') eingestellt und anschließend der nächste Index aus der Look-Up-Tabelle ausgewählt. Durch Veränderung des Sweep-Werts kann die Modulationsfrequenz eingestellt werden.

**[0044]** Alternativ dazu können diese  $t_{ON\_ADD}$  Zusatzwerte auch abhängig von dem aktuellen Nominalwert der Einschaltzeit Sweep-Modus des PFC ermittelt werden. Eine derartige Ermittlung des Frequenzhubs ist anhand der Fig. 3 beschrieben.

**[0045]** In der praktischen Ausgestaltung sieht dies insbesondere derart aus, dass ausgehend von einem nominalen  $t_{on}$ -Wert  $t_{ON\_Regler}$  für den Schalter des Konverters stufenweise die  $t_{on}$ -Zeit inkrementiert wird, und dann wieder verringert wird, bis sie symmetrisch unterhalb des nominalen  $t_{on}$ -Werts abgesunken ist. Dies wiederholt sich zyklisch. Durch die Modulation des  $t_{on}$  Wertes wird erreicht, dass der  $t_{off}$  Wert mitmoduliert wird, da der PFC im Borderline-Modus betrieben wird, d.h. es erfolgt ein Einschalten bei einem Drosselstrom = 0. Somit ist die PFC-Frequenz mit einem Frequenzhub moduliert, der proportional zur  $t_{on}$ -Modulation ist.

**[0046]** Es ist dabei zu betonen, dass zuerst die Regelschleife, die am Ausgang des PFCs eine bestimmte Sollbusspannung einstellen soll, ein Nominalwert für die Einschaltzeitdauer berechnet, und dann dieser Nominalwert gezielt zeitlich verändert wird. Die zeitliche Veränderung ergibt sich also nicht als Auswirkung des Regelalgorithmus, sondern wird erst nach Berechnung des Nominalwerts beaufschlagt. Somit liegt hier auch dann eine zyklische Frequenzveränderung oder  $t_{on}$ -Zeitveränderung vor, wenn Versorgungsspannung und Last konstant sind.

**[0047]** Um nun unzulässige Einschaltzeiten bei verringerter Last zu verhindern, wird also erfindungsgemäß der "Sweep-Modus" abhängig von der Last adaptiv eingestellt, wobei die Last sich beispielsweise bei Multilampen-Geräte, an die Lampen unterschiedlicher Wattleistung angeschlossen werden können, oder auch bei unterschiedlichen Dimmpegeln verändern kann. Es wird also insbesondere der Frequenzhub für den "Sweep-Modus"

des PFCs lastabhängig adaptiv eingestellt.

**[0048]** Fig. 2a zeigt dazu beispielsweise einen weiteren, eine Lampeninformation wiedergebenden Parameter 22, welcher Informationen über die angeschlossene Last an den Ausgangsblock 11 liefert. Diese Informationen können bspw. Daten über die angeschlossene Last (wie z.B. über Erkennung des Lampentyps bzw. Wattleistung und/oder deren nominale Leistung) sein.

**[0049]** Fig. 2b zeigt hingegen eine Schnittstelle 20, welche über eine Steuerleitung 21 eine Vorgabe für den gewünschten Dimmpegel erhält. Die Schnittstelle 20 kann dabei auch in der Steuereinheit 6 integriert sein. Die Vorgabe des Dimmpegels kann als ein digitales oder analoges Steuersignal vorliegen. Dieser vorgegebene Dimmpegel (Dimmpegel) wird über den Parameter 23 dem Ausgangsblock 11 zugeführt. Der Parameter 23 enthält also eine Information über die Last, insbesondere eine Information über die Abweichung von der nominalen Last. Dieser Ausgangsblock 11 kann mit dieser Information dann wie zuvor beschrieben den sogenannten "Sweep-Modus" abhängig von der Last adaptiv einstellen. In Figur 2b nicht dargestellt ist der Einfluß der Schnittstelle auf die Ansteuerung des Betriebsgerätes zur Änderung der Helligkeit. Beispielsweise kann dies in bekannter Weise durch Änderung der Frequenz des Wechselrichters oder auch durch Änderung der Einschaltzeit der Schalter des Wechselrichters erfolgen.

**[0050]** Fig. 3 zeigt hierzu in einem Zeit-Zeit-Diagramm vier Beispiele (von links nach rechts) von "Sweep-Modus" Zyklen (jeweils mit vom Nominalwert  $t_{ON\_Regler}$  ausgehenden ansteigenden, abfallenden und wieder ansteigenden stufenweisen Änderungen der Einschaltdauer des Schalters und einer nominalen Amplitude von 200ns) bei unterschiedlichen Lasten, bei denen die drei rechten auf Grund einer niedrigen Last durch das erfindungsgemäße Verfahren in ihrer Amplitude begrenzt werden. Die X-Achse stellt dabei den grundsätzlichen zeitlichen Verlauf ohne Skalierung dar, während die Y-Achse die zeitliche Dauer der Einschaltzeit des Schalters wiedergibt und somit mit der Höhe der Ausgangsspannung des PFC korrespondiert. Somit wird verständlich, dass das linke Beispiel einer höheren Last bzw. einer höheren abgegebenen Leistung oder einem höheren Dimmpegel entspricht als die anderen.

**[0051]** Wie zu erkennen ist und im weiteren erläutert wird, hängt also entsprechend der Erfindung der Frequenzhub von dem Nominalwert für die  $t_{on}$ -Zeit ab. Der Nominalwert ergibt sich aus dem Regelalgorithmus des PFC und entspricht in den vier Beispielen 300, 200, 100 und 250ns. Der Nominalwert wird durch den Regelalgorithmus des PFC bestimmt (aufgrund der Regelschleife). Beispielhafte Zeitpunkte der Ermittlung sind für die einzelnen Beispiele schematisch als Zeitpunkte "calcevent" dargestellt.

**[0052]** Der Nominalwert der Einschaltzeit  $t_{ON\_Regler}$  wird schrittweise um einen Schrittwert  $t_{on\_step}$  erhöht. Aus der Summe der jeweils addierten Schrittwerte  $t_{on\_step}$  ergibt sich somit jeweils ein Zusatzwert  $t_{ON\_ADD}$ ,

welcher mit dem Nominalwert  $t_{ON\_Regler}$  addiert wird und somit den augenblicklichen Wert der Einschaltdauer (Einschaltzeit) ergibt. Der Schrittwert  $t_{on\_step}$  kann dabei je nach Richtung der momentanen Änderung während des "Sweep-Modus" von dem vorherigen augenblicklichen Wert der Einschaltdauer abgezogen oder dazugezogen werden.

**[0053]** Bei geringen Dimmpegeln und/oder bei geringer Last ist natürlich der Nominalwert  $t_{ON\_Regler}$  für die  $t_{on}$ -Zeit des Schalters des PFCs verringert, wie in den drei rechten Beispielen gezeigt. Daher wird bei verringerter Last und/oder verringerter  $t_{on}$ -Zeit für geringere Dimmpegel der Frequenzhub verringert, derart, dass also die Abweichung oberhalb/unterhalb des Nominalwerts verringert wird. Die nominelle Amplitude des Sweep-Modus, hier 200ns, die sich aus dem Frequenzhub ergibt, wird also durch das erfindungsgemäße Verfahren abhängig von der Last und somit von der nominalen Einschaltdauer  $t_{ON\_Regler}$  des Schalters eingeschränkt. Dabei wird die Differenz zwischen der nominalen Einschaltzeit  $t_{ON\_Regler}$  und dem Minimalwert  $t_{on-min}$  bestimmt, diese Differenz bildet die Hälfte des jeweils zulässigen Frequenzhubs. Somit wird insbesondere verhindert, dass bei dem symmetrischen Absenken der  $t_{on}$ -Zeit unzulässige (zu kurze) Einschaltzeiten für den Schalter erreicht werden würden. Der Minimalwert  $t_{on-min}$  bildet dabei einen unteren Grenzwert für den Frequenzhub.

**[0054]** Das zweite und vierte Beispiel zeigen dabei, dass die Modulation durch den "Sweep-Modus" teilweise verhindert, d.h. "abgeschnitten" werden kann, wenn die Einschaltdauer unter den kritischen Wert  $t_{on-min}$  (auch bezeichnet als Minimalwert  $t_{on-min}$ ) fällt. Bei einer stufenweisen Veränderung der Einschaltdauer, wie in den Beispielen gezeigt, ist es möglich, dass dabei einzelne Stufen "abgeschnitten" (auch als "Clipping" bezeichnet) werden. Die Stufen, die also im unzulässigen Bereich liegen würden, werden verhindert und stattdessen die Einschaltzeitdauer solange auf dem niedrigsten erlaubten Wert festgesetzt. Somit sind im zweiten Beispiel die zwei vom "Sweep-Modus" vorgeschriebenen Stufen mit  $t_{ON} = 50ns$  und  $0ns$  abgeschnitten oder verhindert, bei denen die Einschaltdauer auf dem noch erlaubten Wert  $t_{ON} = 100ns$  verbleibt. Sobald die vom "Sweep-Modus" vorgeschriebene Einschaltdauer im erlaubten Bereich, also über 100ns, wieder ansteigt, wird auch die tatsächliche Einschaltdauer wieder entsprechend eingestellt. Damit der Nominalwert nicht verfälscht wird, werden die oberen Spitzen der Modulation entsprechend der unteren Spitzen angepasst, also abgeschnitten, damit der Durchschnittswert nicht verfälscht wird. Auf diese Weise wird also der Frequenzhub indirekt lastabhängig eingestellt. Bei der Fig. 3 wird dabei beim Wechsel vom ersten auf das zweite Beispiel der Frequenzhub von 400 ns auf 200 ns begrenzt (d.h. die Abweichung vom unteren Grenzwert  $t_{on-min}$  zum Nominalwert  $t_{ON\_Regler}$  wird von einer Amplitude von 200 ns auf 100 ns verringert).

**[0055]** Die Bestimmung, bei welcher Stufe ein Zyklus

des "Sweep-Modus" abgeschnitten werden soll, kann zu Beginn des Zyklus des "Sweep-Modus" erfolgen oder sobald der aktuelle Nominalwert der Einschaltzeit  $t_{ON\_Regler}$  bestimmt worden ist.

**[0056]** Die Festlegung des Frequenzhubes durch Vorgabe zumindest eines Grenzwertes, wobei der jeweils zulässige Frequenzhub abhängig von der Differenz der aktuellen Einschaltzeit  $t_{ON\_Regler}$  und des Grenzwertes  $t_{on-min}$  ermittelt werden kann, bietet den Vorteil zu dem alternativen Beispiel der Anwendung einer Look-Up-Tabelle, aus der die Werte für den jeweiligen Frequenzhub oder die jeweiligen Zusatzwerte  $t_{ON\_ADD}$  ausgelesen werden können, dass im einfachsten Fall nur ein Grenzwert im Speicher abgelegt werden muß und außerdem eine indirekte Anpassung an die aktuelle Last erfolgen kann.

**[0057]** Bei besonders geringer Last, wie im dritten Beispiel gezeigt, kann sogar der Frequenzhub ganz verhindert werden. Da jedoch auf Grund der entsprechend verringerten Leistung auch die EMV-Belastung niedrig ist, stellt so eine Begrenzung keine wesentliche Einschränkung bezüglich der EMV-Verträglichkeit dar. Bei sehr geringen Dimmpegeln und somit sehr geringer  $t_{on}$ -Zeit (Nominalwert) kann also der Hub bis auf Null verringert werden, d.h. bei bestimmten Dimmpegeln oder geringen Lasten kann der "Sweep-Modus" aufgehoben werden. Es kann somit eine untere Schwelle der Last vorgegeben werden und bei Erreichen dieser unteren Schwelle die Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung nicht mehr moduliert werden. Diese untere Schwelle kann beispielsweise als Dimmpegel- oder Lastwert oder aber auch als Wert für die Einschaltzeit  $t_{on}$  festgelegt sein.

**[0058]** Wie bereits erwähnt, liegt bei der Erfindung auch eine zyklische Frequenzveränderung oder  $t_{on}$ -Zeitveränderung vor, wenn Versorgungsspannung und Last konstant sind. Gerade dann ist der "Sweep-Modus" mit einer uneingeschränkten Modulation auf Grund der höheren Leistung zu wählen, um die EMV-Belastung durch den PFC zu verringern. Dies wird durch das linke (d.h. erste) Beispiel wiedergegeben.

**[0059]** Es kann in der Steuereinheit des PFCs als unterer Grenzwert für den Frequenzhub ein Minimalwert  $t_{on-min}$  vorgegeben sein, dieser liegt in Fig.3 bei 100ns. Somit kann die Steuereinheit auch ohne Kenntnis eventuell vorliegender Dimmpegel oder Lasten aufgrund des durch den Regelalgorithmus ermittelten Werts für  $t_{on}$  und die sich ergebende Differenz zu dem Minimalwert  $t_{on-min}$  den zulässigen Frequenzhub ermitteln.

**[0060]** Denkbar ist jedoch auch, dass, wenn der Nominalwert von  $t_{on}$  einen vorgegebenen Minimalwert, beispielsweise 250ns, erreicht, der "Sweep-Modus" ausgesetzt wird. Dies würde bedeuten, dass lediglich bei dem ersten Beispiel ein unveränderter "Sweep-Modus" angewandt werden würde, während der "Sweep-Modus" bei den übrigen ausgesetzt ist.

**[0061]** Die Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung wird bei eingangsseitigem Anliegen

einer DC-Spannung moduliert, wobei diese Modulation einen Frequenzhub aufweisen kann. Dieser kann durch Grenzwerte definiert werden. Der Frequenzhub der modulierten Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung kann auch durch Veränderung des unteren und/oder des oberen Grenzwerts lastabhängig eingestellt werden.

**[0062]** Grundsätzlich erfolgt also gemäß der Erfindung eine modulierte Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung bei eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung, wobei diese Modulation einen Frequenzhub aufweisen kann. Der Frequenzhub der modulierten Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung kann direkt oder indirekt lastabhängig eingestellt werden.

**[0063]** Der Frequenzhub kann auch als Modulationshub bezeichnet werden, er kennzeichnet den möglichen Frequenzbereich zwischen tiefster und höchster Frequenz. Hierbei ist anzumerken, dass sich bei einer Leistungsfaktor-Korrekturschaltung auch die Einschaltzeit des Schalters aufgrund der Regelschleife oder einer andersweitigen Vorgabe durch die Steuerschaltung verändern kann und somit die Frequenz als abhängige Größe der Einschaltzeit geändert wird.

**[0064]** Grundsätzlich lässt sich der "Sweep-Modus" auch dadurch erreichen, dass eine Modulation des Rückführungssignals (Istwertsignal für die Ausgangsspannung) erfolgt, so dass dann aufgrund dieser 'Verfälschung' der PFC-Regler eine Modulation der  $t_{on}$ -Zeit mit dem Versuch unternommen wird, die ihm variierend erscheinende Ausgangsspannung konstant zu regeln. Wenn die genannte Lösung gewählt wird, nämlich eine Berechnung des  $t_{on}$ -Nominalwerts mit nachträglicher Modulation ist darauf zu achten, dass die Modulation so schnell ist, dass der Regler nicht ausregeln kann. Somit kann tatsächlich von einem konstanten  $t_{on}$ -Nominalwert mit nachträglicher schneller Modulation ausgegangen werden.

**[0065]** Alternativ kann natürlich auch die Sollwertvorgabe für die Ausgangsspannung moduliert werden. Bei einer Modulation der Sollwertvorgabe oder der Istwertvorgabe ist darauf zu achten, dass dies in einem Frequenzbereich erfolgt, den der Regelalgorithmus ausregeln kann.

**[0066]** Es können auch weitere Parameter des "Sweep-Modus" eingestellt oder geändert werden, beispielsweise die Änderungsrate der Modulation der Einschaltzeit (d.h. die Änderung der Verlängerungswerte), wodurch die Frequenz des Durchlaufs eines Zyklus des "Sweep-Modus" (die Modulationsfrequenz) angepasst werden kann.

**[0067]** Es soll festgehalten werden, dass das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz in Betriebsgeräten für Leuchtmittel neben den in den Beispielen beschriebenen elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) für Gasentladungslampen auch in Betriebsgeräten für anorganische und organische Leuchtdioden (LED) anwendbar ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Lasten in Form von Leuchtmitteln, insbesondere eines Elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen, wobei

  - das Betriebsgerät eine mittels eines Schalters (S1) aktiv getaktete Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangstromaufnahme aufweist und
  - die Taktung des Schalters der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) bei eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - der Frequenzhub dieser Modulation lastabhängig ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzhub von einer Wattleistung der angeschlossenen Leuchtmittel und/oder einem aktuellen Dimmpegel abhängt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

  - die Ausgangsspannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) geregelt wird und
  - die Modulation der Frequenz durch einen oder mehrere der folgenden Schritte erfolgt:
    - Modulation eines Sollwerts der Ausgangsspannung,
    - Beaufschlagung einer Modulation auf einen direkt oder indirekt erfassten Istwert der Ausgangsspannung und/oder
    - Modulation der Steuergrösse der Regelung.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Einschaltzeitdauer ( $t_{ON}$ ) des Schalters (S1) vorzugsweise stufenweise moduliert wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen einer vorgegebenen unteren Schwelle einer Last die Taktung des Schalters (S1) der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung nicht mehr moduliert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

  - zuerst ein Nominalwert ( $t_{ON\_Regler}$ ) für eine Einschaltzeitdauer ( $t_{ON}$ ) des Schalters (S1) berechnet wird, wobei dementsprechend eine bestimmte Sollbusspannung an einem Ausgang der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eingestellt wird, und
  - dann die Modulation der Taktung des Schalters (S1) der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen einer vorgegebenen oberen Schwelle der Last die Taktung des Schalters (S1) der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) normal, d. h. ohne eine Beschränkung, moduliert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) derart gewählt wird, dass sich in der Ausgangsspannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eine nicht ausgeregelte Welligkeit einstellt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welligkeit der Ausgangsspannung zur Konstanthaltung der Leistung einer Leuchtmittel in einem folgenden Leuchtmittel-Regelkreis kompensiert wird, wobei vorzugsweise der Leuchtmittel-Regelkreis die Welligkeit der zugeführten Ausgangsspannung durch Variation der Betriebsfrequenz der Leuchtmittel kompensiert.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzhub der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) abhängig von einer Differenz zwischen dem aktuellen Nominalwert einer Einschaltzeit ( $t_{ON\_Regler}$ ) und einem unterem Grenzwert ( $t_{on-min}$ ) gewählt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** automatisch auf die Modulation der Taktung des Schalters (S1) der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) umgeschaltet wird, sobald durch das Betriebsgerät das Anliegen einer DC-Spannung erkannt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

**dass** die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) im sogenannten Grenzmodus betrieben wird.

13. Betriebsgerät für Lasten in Form von Leuchtmitteln, insbesondere Elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangstromaufnahme aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine Taktung eines Schalters (S1) der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) bei einseitigem Anliegen einer DC-Spannung zwischen zwei Grenzwerten, einem unteren und einem oberen Grenzwert, zu modulieren, so dass die Grenzwerte einen Frequenzhub definieren, und
- der Frequenzhub durch Veränderung des unteren und/oder des oberen Grenzwerts lastabhängig einzustellen.

14. Betriebsgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betriebsgerät ausgelegt ist,

- die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) derart zu wählen, dass sich in einer Ausgangsspannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eine dementsprechende Welligkeit eingestellt wird.

15. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betriebsgerät ausgelegt ist, die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) in einem Bereich zwischen 50 Hz und 500 Hz, vorzugsweise 90 Hz bis 400 Hz zu wählen.

## Claims

1. Method for operating an operating device for loads in the form of lighting means, in particular an electronic control gear (EVG) for gas discharge lamps, wherein

- the operating device has a power factor correction circuit (PFC), actively clocked by means of a switch (S1), for reducing harmonics during the input current draw, and
- the pulsing of the switch of the power factor correction circuit (PFC) is modulated when a DC voltage is present on the input side,

**characterized in that**

- the frequency deviation of this modulation is

load-dependent.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the frequency deviation depends on a wattage of the connected lighting means and/or a current dimming level.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that**

- the output voltage of the power factor correction circuit (PFC) is regulated and **in that**
- the modulation of the frequency takes place by means of one or several of the following steps:

- modulation of a target value of the output voltage
- applying a modulation to a directly or indirectly determined actual value of the output voltage and/or
- modulation of the control factor of the regulation.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a switch-on duration ( $t_{ON}$ ) of the switch (S1) preferably is modulated gradually.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pulsing of the switch (S1) of the power factor correction circuit is not modulated anymore upon reaching a pre-set lower threshold of a load.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

- a nominal value ( $t_{ON\_Regler}$ ) for a switch-on duration ( $t_{ON}$ ) of the switch (S1) is calculated first, wherein correspondingly a certain target bus voltage is being adjusted at an output of the power factor correction circuit (PFC), and
- the modulation of the pulsing of the switch (S1) of the power factor correction circuit (PFC) then takes place.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pulsing of the switch (S1) of the power factor correction circuit (PFC) is modulated normally, i.e. without a restriction, upon reaching a pre-set upper threshold of the load.

8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the modulation frequency of the power factor correction circuit (PFC) is chosen in such a way that in the output voltage of the power factor correction circuit (PFC) a non-regulated ripple materializes.

9. Method according to claim 8, **characterized in that** the ripple of the output voltage is compensated in a following lighting means control loop for stabilizing the power of a lighting means, wherein preferably the lighting means control loop compensates the ripple of the applied output voltage by varying the operating frequency of the lighting means.

10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the frequency deviation of the power factor correction circuit (PFC) is chosen dependent on a difference between the current nominal value of a switch-on time ( $t_{ON\_Regler}$ ) and a lower limiting value ( $t_{on-min}$ ).

11. Method according to one of the preceding claims, **characterized by** automatically switching over to the modulation of the pulsing of the switch (S1) of the power factor correction circuit (PFC) as soon as the operating device identifies the presence of DC voltage.

12. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the power factor correction circuit (PFC) is operated in the so-called marginal mode.

13. Operating device in the form of lighting means, in particular electronic control gear (EVG) for gas discharge lamps, wherein the operating device has a power factor correction circuit (PFC) for reducing harmonics during the input current draw, **characterized in that** the operating device is designed

- when a DC voltage is present on the input side, to modulate a pulsing of a switch (S1) of the power factor correction circuit (PFC) between two limiting values, a lower and an upper limiting value, so that the limiting values define a frequency deviation, and
- to adjust the frequency deviation by changing the lower and/or upper limiting value in a load-dependent manner.

14. Operating device according to claim 13, **characterized in that** the operating device is designed

- to choose the modulation frequency of the power factor correction circuit (PFC) in such a way that a corresponding ripple materializes in an output voltage of the power factor correction circuit (PFC).

15. Operating device according to claim 13 or 14, **characterized in that** the operating device is designed to choose the modulation frequency of the power factor correction circuit (PFC) in a range between 50 Hz and 500 Hz, preferably 90 Hz to 400.

## Revendications

1. Procédé destiné à faire fonctionner un dispositif de fonctionnement pour des charges sous forme de moyens d'éclairage, en particulier un dispositif de régulation électronique (DRE) pour des lampes à décharge, dans lequel

- le dispositif de fonctionnement possède un circuit de correction de facteur de puissance (PFC), activement cadencé par le biais d'un commutateur (S1), pour réduire des harmoniques lors de la consommation du courant d'entrée, et
- l'impulsion du commutateur du circuit de correction de facteur de puissance (PFC) est modulée lorsqu'une tension continue est présente du côté de l'entrée, **caractérisé en ce que**
- la déviation de fréquence de cette modulation est sensible à la charge.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la déviation de fréquence dépend d'un wattage du moyen d'éclairage raccordé et/ou d'un niveau actuel de gradation de l'intensité lumineuse.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

- la tension de sortie du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) est réglée et **en ce que**
- la modulation de la fréquence a lieu au moyen d'une ou plusieurs des étapes suivantes :
  - modulation d'une valeur cible de la tension de sortie
  - application d'une modulation à une valeur actuelle directement ou indirectement déterminée de la tension de sortie et/ou
  - modulation du facteur de contrôle de la variation de tension.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une durée de fonctionnement ( $t_{ON}$ ) du commutateur (S1) est de préférence modulée graduellement.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'impulsion du commutateur (S1) du circuit de correction du facteur de puissance n'est désormais plus modulé après avoir atteint un seuil inférieur prédéfini d'une charge.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- une valeur nominale ( $t_{ON\_Regler}$ ) pour une durée de fonctionnement ( $t_{ON}$ ) du commutateur (S1) est d'abord calculée, dans lequel respectivement une tension de source cible déterminée est en train d'être réglée à une sortie du circuit de correction du facteur de puissance (PFC), et
  - la modulation de l'impulsion du commutateur (S1) du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) a ensuite lieu.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'impulsion du commutateur (S1) du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) est modulé normalement, c'est-à-dire sans une restriction, après avoir atteint un seuil supérieur prédéfini d'une charge.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fréquence de modulation du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) est choisie de manière à ce qu'une fluctuation non réglée se matérialise dans la tension de sortie du circuit de correction du facteur de puissance (PFC).
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la fluctuation de la tension de sortie est compensée dans une boucle de commande de moyens d'éclairage successifs pour stabiliser la puissance d'un moyen d'éclairage, dans lequel de préférence la boucle de commande des moyens d'éclairage compense la fluctuation de la tension de sortie appliquée en variant la fréquence de fonctionnement des moyens d'éclairage.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la déviation de fréquence du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) est choisie en fonction d'une différence entre la valeur nominale actuelle d'une durée de fonctionnement ( $t_{ON\_Regler}$ ) et une valeur limite inférieure ( $t_{on-min}$ ).
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** le passage automatique à la modulation de l'impulsion du commutateur (S1) du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) dès que le dispositif de fonctionnement identifie la présence d'une tension continue.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit de correction du facteur de puissance (PFC) est actionné en le mode dit marginal.
13. Dispositif de fonctionnement pour des charges sous la forme de moyens d'éclairage, en particulier un dispositif de régulation électronique (DRE) pour des lampes à décharge, dans lequel le dispositif de fonctionnement possède un circuit de correction du facteur de puissance (PFC) pour réduire des harmoniques lors de la consommation du courant d'entrée, **caractérisé en ce que** le dispositif de fonctionnement est conçu
- lorsqu'une tension continue est présente du côté de l'entrée pour moduler une impulsion d'un commutateur (S1) du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) entre deux valeurs limites, une valeur limite inférieure et une supérieure, de manière à ce que les valeurs limites définissent une déviation de fréquence, et
  - pour régler la déviation de fréquence en modifiant la valeur limite inférieure et/ou supérieure en fonction de la charge.
14. Dispositif de fonctionnement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de fonctionnement est conçu
- pour choisir la fréquence de modulation du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) de manière à ce qu'une fluctuation correspondante se matérialise dans une tension de sortie du circuit de correction du facteur de puissance (PFC).
15. Dispositif de fonctionnement selon les revendications 13 ou 14, **caractérisé en ce que** le dispositif de fonctionnement est conçu pour choisir la fréquence de modulation du circuit de correction du facteur de puissance (PFC) dans une plage comprise entre 50 et 500 Hz, de préférence entre 90 et 400 Hz.

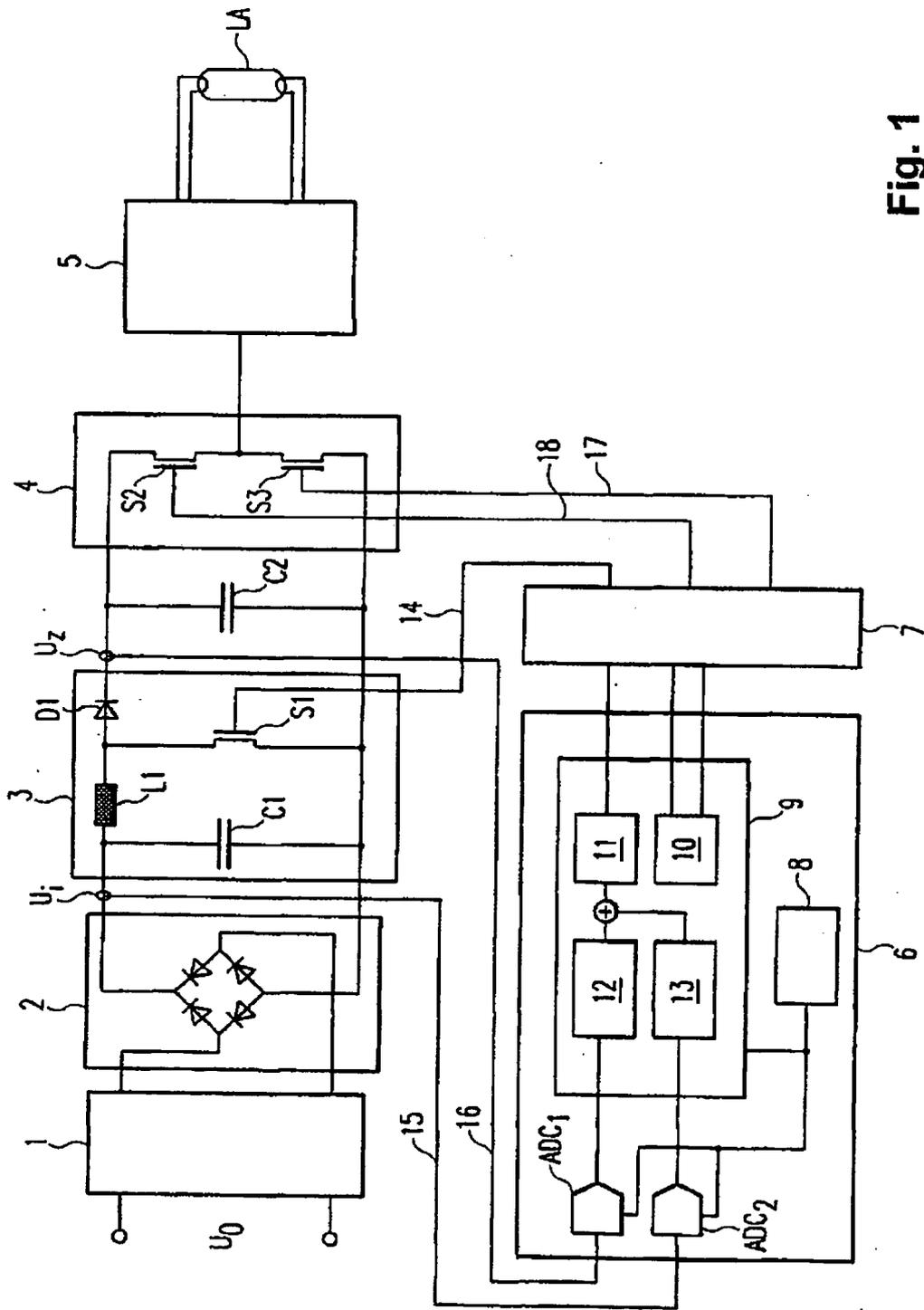


Fig. 1

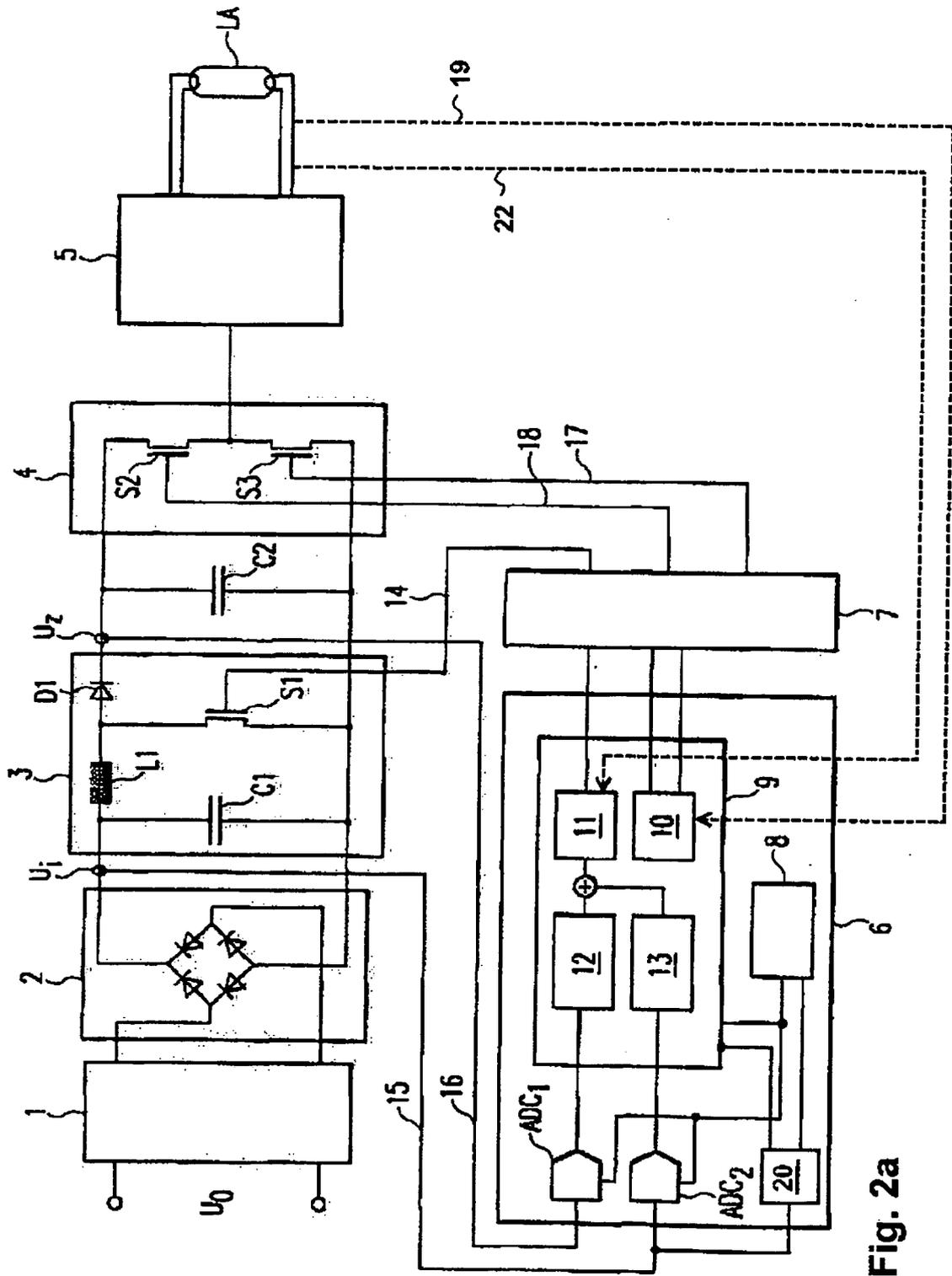


Fig. 2a

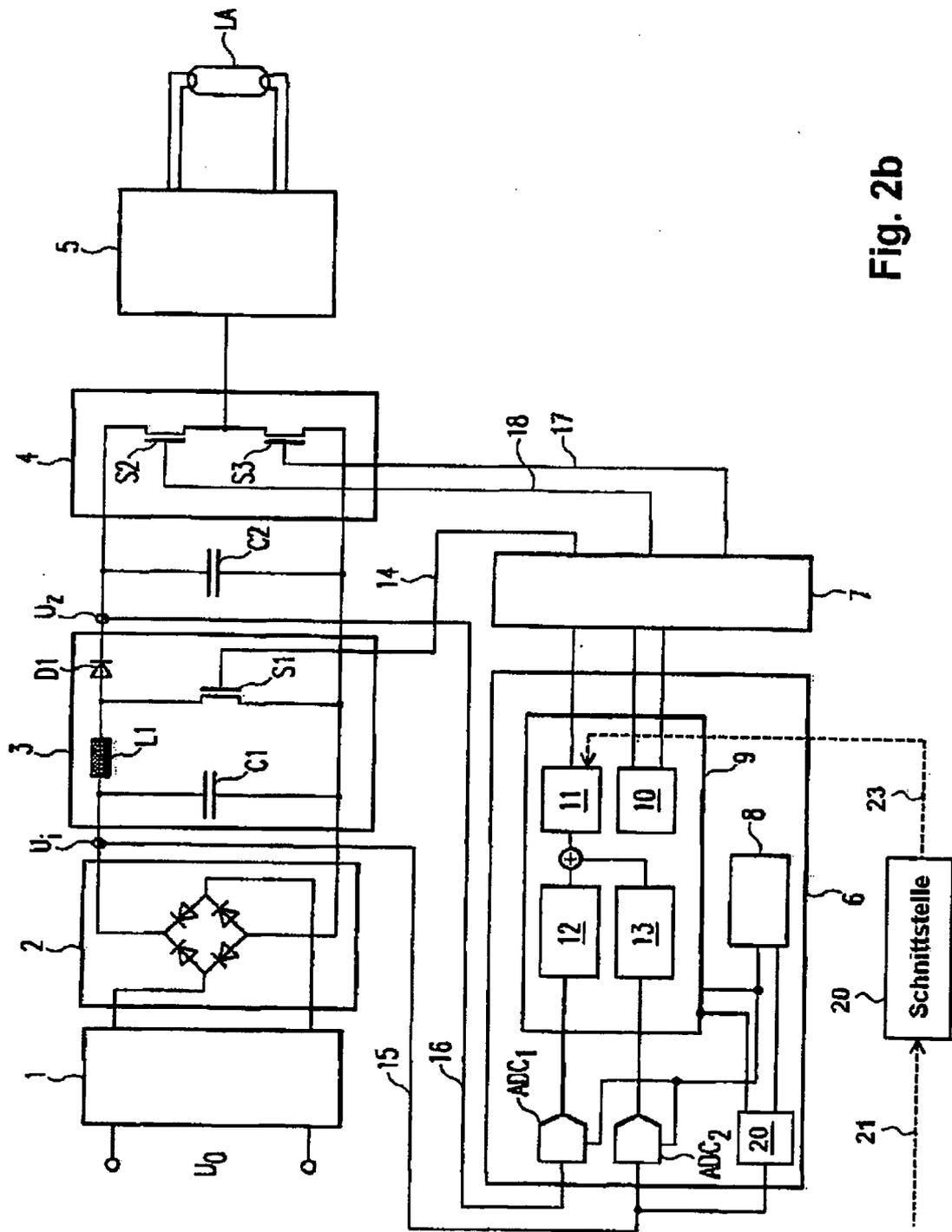


Fig. 2b

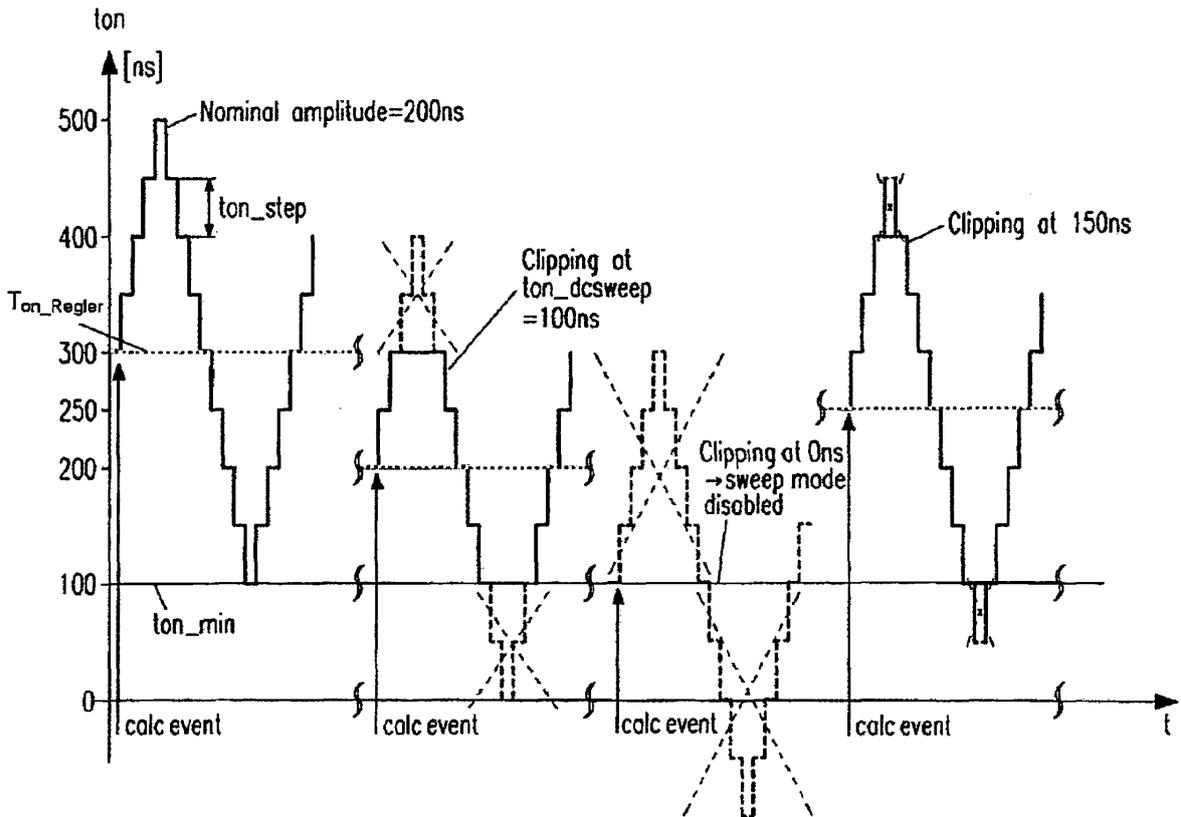


Fig. 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10128588 A1 [0002] [0037]
- WO 9934647 A1 [0003]
- WO 2006042640 A2 [0012] [0028]
- EP 490329 B1 [0033]
- EP 490329 A1 [0039]