



(10) **DE 10 2004 051 162 B4** 2019.07.18

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2004 051 162.4**
(22) Anmeldetag: **20.10.2004**
(43) Offenlegungstag: **27.04.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.07.2019**

(51) Int Cl.: **H05B 41/295** (2006.01)
H05B 41/282 (2006.01)
G05F 1/70 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

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

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

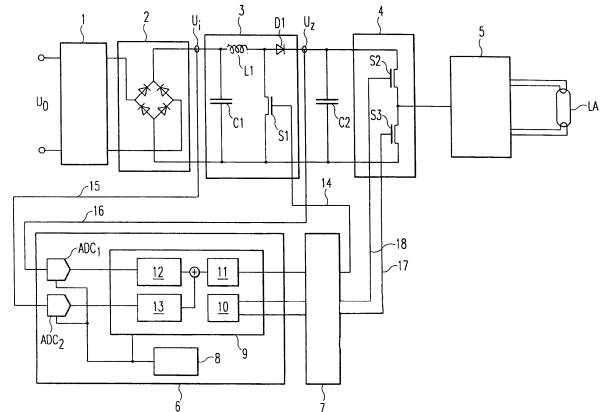
(72) Erfinder:
**Lampert, Peter, 6804 Feldkirch, AT; Klien,
Dietmar, Mäder, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 304 465	B1
US	2004 / 0 047 166	A1
US	5 623 187	A
EP	0 450 728	A2

(54) Bezeichnung: **Modulation eines PFC bei DC-Betrieb**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, insbesondere eines Elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung bei am Betriebsgerät eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird.



Beschreibung

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

[0002] Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Computersoftware-Programmprodukt zur Unterstützung eines derartigen Verfahrens, auf einen Steuerbaustein, der durch Programmierung und/oder Hartverdrahtung ein derartiges Verfahren unterstützen kann, sowie auf ein Betriebsgerät für Leuchtmittel.

[0003] Die Druckschrift US 6304465 B1 betrifft einen Leistungsregler zur effizienten Stromversorgung einer Last und insbesondere einen Leistungsregler, der dies durch Verwendung eines aktiven Filters erreicht.

[0004] Die Druckschrift US 5623187 A betrifft ein Vorschaltgerät zum Betreiben einer Hochdruck-Gasentladungslampe bei hohen Frequenzen und insbesondere ein Vorschaltgerät, das Lichtbogeninstabilitäten erfasst und seine Betriebsfrequenz einstellt, um sichtbares Flackern während des Lampenbetriebs zu vermeiden.

[0005] Die Druckschrift US 2004/0047166 A1 betrifft eine Steuerung für eine Stromversorgung, die einer Last, beispielsweise einem Motor, und insbesondere einer Stromversorgungssteuerung mit Leistungsfaktorkorrekturmerkmalen elektrische Energie zuführt.

[0006] Die Druckschrift EP 0450728 A2 betrifft ein Steuersystem für eine Leuchtstofflampe umfassend Anschlussklemmen für den Anschluss an eine Wechselstromquelle, ein Gleichrichtmittel gekoppelt mit den Anschlussklemmen, einen DC-DC-Wandler, der mit dem Gleichrichtmittel gekoppelt ist, um eine Ausgangsgleichspannung aus einer Eingangsgleichspannung zu erzeugen, einen DC-AC-Wandler, der mit dem DC-DC-Wandler gekoppelt ist, eine Dimmerschaltung zum Steuern der von der Leuchtstofflampe verbrauchten Energiemenge in Abhängigkeit von einem Dimmsignal.

[0007] Wie gesagt, die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Betriebsgeräte für Leuchtmittel, 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 einen Induktivität **L1**, einen steuerbaren Schalter in Form eines MOS-Feldeffekttransistors **S1** und eine Diode **D1** aufweisend Hochsetzsteller gebildet. Anstelle des Hochsetzstellers können auch andere Schaltregler verwendet werden. Die PFC-Schaltung wird durch die Wahl der Ansteuerung des Schalters **S1** gebildet.

[0008] 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.

[0009] 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 beeinflusst werden.

[0010] 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 integrier-

te Schaltung (ASIC) ausgebildet und nimmt dementsprechend nur wenig Platz ein.

[0011] 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 **ADC₁** und **ADC₂** auf, welche die über die Eingangsleitung **15** zugeführte Eingangsspannung **U_i** und die über die Eingangsleitung **16** zugeführte Zwischenkreisspannung **U_z** in Digitalwerte umsetzen.

[0012] 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 Zusatzintervalles 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.

[0013] 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.

[0014] Die geschilderte aus dem Stand der Technik bekannte Schaltung ist für den AC-Betrieb gut geeignet, schließlich erfolgt ja die Einschaltzeitdauer-verlängerung abhängig von einer Erfassung der Nulldurchgänge der anliegenden sinusförmigen Wechselspannung **U₀**.

[0015] Allgemein ist dagegen bei Anliegen einer DC-Spannung an eine derartige Schaltung die Einschaltzeitdauer-verlängerung außer Kraft. Das Anliegen einer DC-Spannung erfolgt beispielsweise im Notbetrieb. Die bekannte Schaltung arbeitet also im Notbetrieb ohne Einschaltzeitdauer-verlängerung 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.

[0016] Die vorliegende Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gesetzt, die EMV-Veträglichkeit bei DC-Betrieb zu verbessern.

[0017] Dies bedeutet, dass erfindungsgemäß für den AC-Betrieb die aus **Fig. 1** bekannte Schaltung weiter verwendet werden kann. Indessen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, im DC-Betrieb die Betriebsfrequenz des PFC zu modulieren, 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 Modulationstiefe (d.h. Verlängerung/Verkürzung der Einschaltzeit des getakteten Schalters) und/oder der Änderung der Schaltfrequenz liegen.

[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 Leuchtmittel, 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.

[0021] 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 Einschalt-Zeitdauer und/oder seine Schaltfrequenz bei eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird.

[0022] 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“ in der Busspannung (d.h. die Zwischenkreisspannung, die von der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung ausgegeben wird und am Speicherkondensator anliegt) zur Konstanthaltung der Leistungsaufnahme der Leuchtmittel durch Fre-

quenzvariation 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.

[0023] Die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 15 Hz und 500 Hz, vorzugsweise zwischen 90 und 130 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.

[0024] Bei Anliegen einer DC-Spannung kann die Modulation natürlich nicht mehr durch den 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.

[0025] 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.

[0026] Die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) kann im sogenannten Grenzmodus („Borderline Mode“) betrieben werden.

[0027] Erfindungsgemäß ist weiterhin ein Computersoftware-Programmprodukt vorgesehen, das ein derartiges Verfahren unterstützt, wenn es auf einer Recheneinrichtung in einem Betriebsgerät läuft bzw. durch Hartverdrahtung (ASIC) implementiert ist.

[0028] Weiterhin ist erfindungsgemäß auch ein Steuerbaustein (Mikrocontroller, ASIC, etc.) für ein Leuchtmittel-Betriebsgerät vorgesehen, der zur Unterstützung eines derartigen Verfahrens ausgelegt ist.

[0029] Schließlich schlägt die Erfindung auch ein Betriebsgerät für Leuchtmittel vor.

[0030] 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, und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Schaltung.

[0031] Es ist zu verstehen, dass erfindungsgemäß für den AC-Betrieb die Schaltung von **Fig. 1** beibehalten werden kann. **Fig. 2** zeigt nur diejenigen Bauteile, die für einen Betrieb mit AC-Netzspannung notwendig sind. Im übrigen entsprechen sich diejenigen Bauteile, die in den beiden Figuren dieselben Bezugszeichen tragen.

[0032] Um das Störspektrum der Schaltung auch im Notfallbetrieb (DC-Netzbetrieb) zu verbessern, weist die erfindungsgemäße Schaltung wie in **Fig. 2** 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 nicht mehr vorhandenen Netzspannung. Der Taktgenerator **8** steuert somit das Auslesen der Verlängerungswerte für die Einschaltzeitdauer des Schalters **S1** aus einer Look-up-Tabelle an.

[0033] Wie grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt, wird erfindungsgemäß 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 UREF 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} gemäss der Erfindung auch bei DC-Betrieb mit einem sich periodisch verändernden Zusatzwert T_{ON_ADD} beaufschlagt wird, um die Modulationstiefe und/oder die Schaltfrequenz zur Verbesserung des Störspektrums zu modulieren.

[0034] Diese Regelung der Busspannung U_z mittels Erfassung der Busspannung **16** und durch den Regelkreis **9** ist 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 ausgegletzt wird und die Busspannung eine entspre-

chende im Verhältnis zur Schaltfrequenz des Schalters **S1** niederfrequente Welligkeit aufweisen wird.

[0035] Diese Welligkeit der Busspannung wird in dessen kompensiert 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.

[0036] Erfindungsgemäß werden die aus der Look-up-Tabelle ausgelesenen Zusatzwerte T_{on_add} in einen Flash-Speicher des ASICs **6** geladen. Dann werden diese T_{on_add} -Werte vom Schaltzeitverlängerungsblock **13** zur regulären T_{on_Regler} vom Regler **12** addiert:

$$T_{on} = T_{on_add} + T_{on_Regler}$$

[0037] 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 values kann die Modulationsfrequenz eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, insbesondere eines Elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung bei am Betriebsgerät eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird.

2. Verfahren zum Betrieb eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, insbesondere eines Elektronischen Vorschaltgeräts (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme aufweist, die als Schaltregler mit einem getakteten Schalter (S1) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einschaltzeitdauer (t_{ON}) und/oder die Schaltfrequenz des Schalters (S1) bei am Betriebsgerät eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) derart gewählt wird, dass sich in der Aus-

gangsSpannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eine nicht ausgeregelte Welligkeit einstellt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welligkeit der Ausgangsspannung zur Konstanthaltung der Leistung der Leuchtmittel in einem folgenden Leuchtmittel-Regelkreis kompensiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leuchtmittel-Regelkreis die Welligkeit der zugeführten Ausgangsspannung durch Variation der Betriebsfrequenz der Leuchtmittel kompensiert.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) in einem Bereich zwischen 50 Hz und 500 Hz, vorzugsweise 90 Hz bis 130 Hz gewählt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulation der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) mittels einer Timerschaltung erfolgt, mittels der Werte aus einer Look-Up-Tabelle ausgelesen werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass automatisch auf die Modulation mittels Timerschaltung und Look-Up-Tabelle umgeschaltet wird, sobald durch das Betriebsgerät das Anliegen einer DC-Spannung erkannt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) im sogenannten Grenzmodus betrieben wird.

10. Steuerbaustein für ein Leuchtmittel-Betriebsgerät, **dadurch gekennzeichnet**, dass er zur Unterstützung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgelegt ist.

11. Betriebsgerät für Leuchtmittel, insbesondere Elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung bei am Betriebsgerät eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert ist.

12. Betriebsgerät für Leuchtmittel, insbesondere Elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für Gasentladungslampen, wobei das Betriebsgerät eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) zur Verringerung von Oberschwingungen bei der Eingangsstromaufnahme aufweist, die in Form eines Schaltreglers

mit einem getakteten Schalters (S1) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einschalt-Zeitdauer (t_{ON}) und/oder die Schaltfrequenz des getakteten Schalters (S1) bei am Betriebsgerät eingangsseitigem Anliegen einer DC-Spannung moduliert ist.

13. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) derart gewählt ist, dass sich in der Ausgangsspannung der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) eine dementsprechende Welligkeit einstellt.

14. Betriebsgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit der Welligkeit behaftete Ausgangsspannung einem Leuchtmittel-Regelkreis zugeführt wird, der zur Konstanthaltung der Leistung der Leuchtmittel die Betriebsfrequenz der Leuchtmittel variiert.

15. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulationsfrequenz der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) in einem Bereich zwischen 50 Hz und 500 Hz, vorzugsweise 90 Hz bis 130 Hz gewählt ist.

16. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modulation der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) mittels einer Timerschaltung erfolgt, mittels der Werte aus einer Look-Up-Tabelle ausgelesen werden.

17. Betriebsgerät nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zur automatischen Aktivierung der Modulation mittels Timerschaltung und Look-Up-Tabelle bei Anliegen einer DC-Spannung ausgelegt ist.

18. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) für den Grenzmodusbetrieb ausgelegt ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

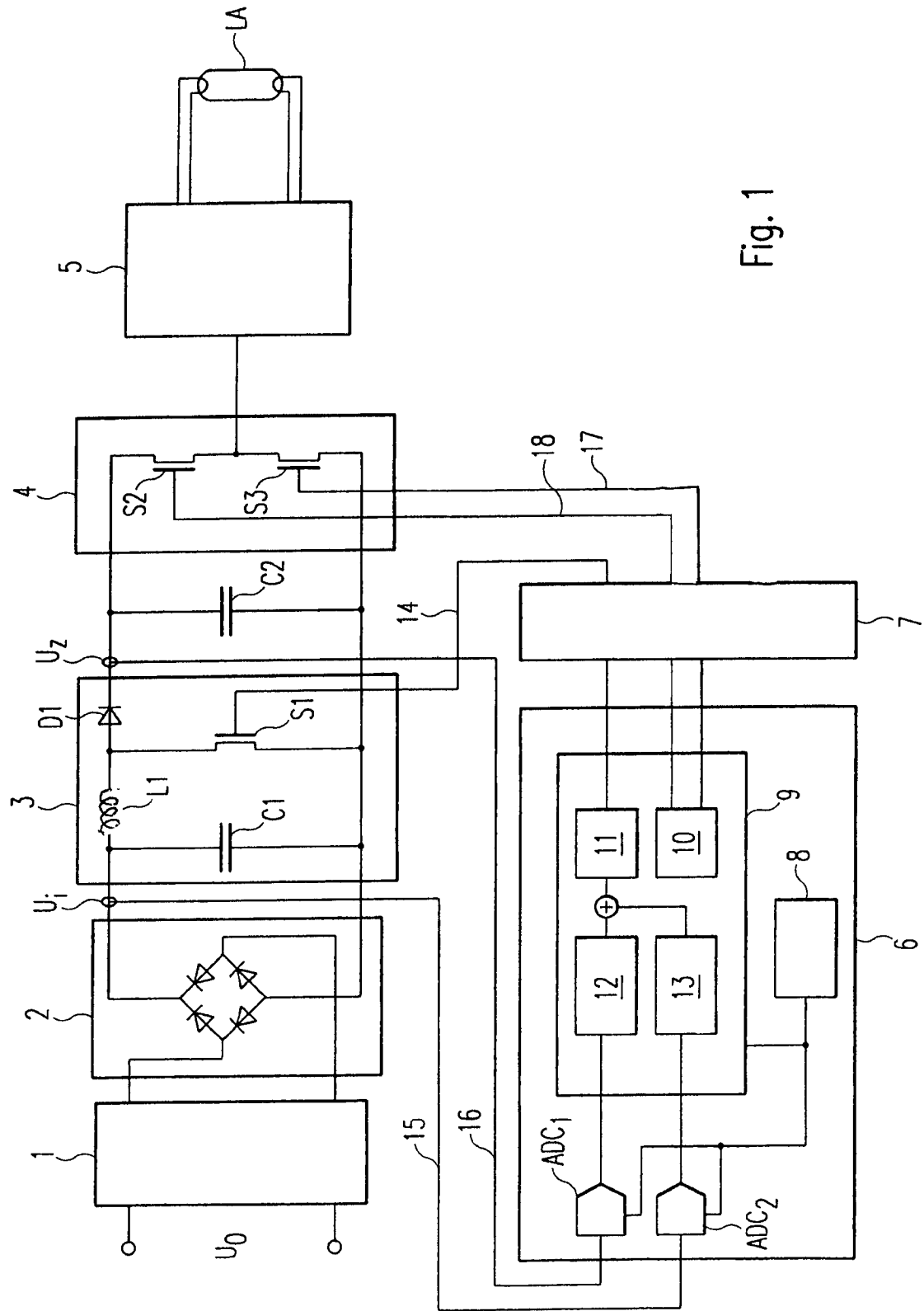


Fig. 1

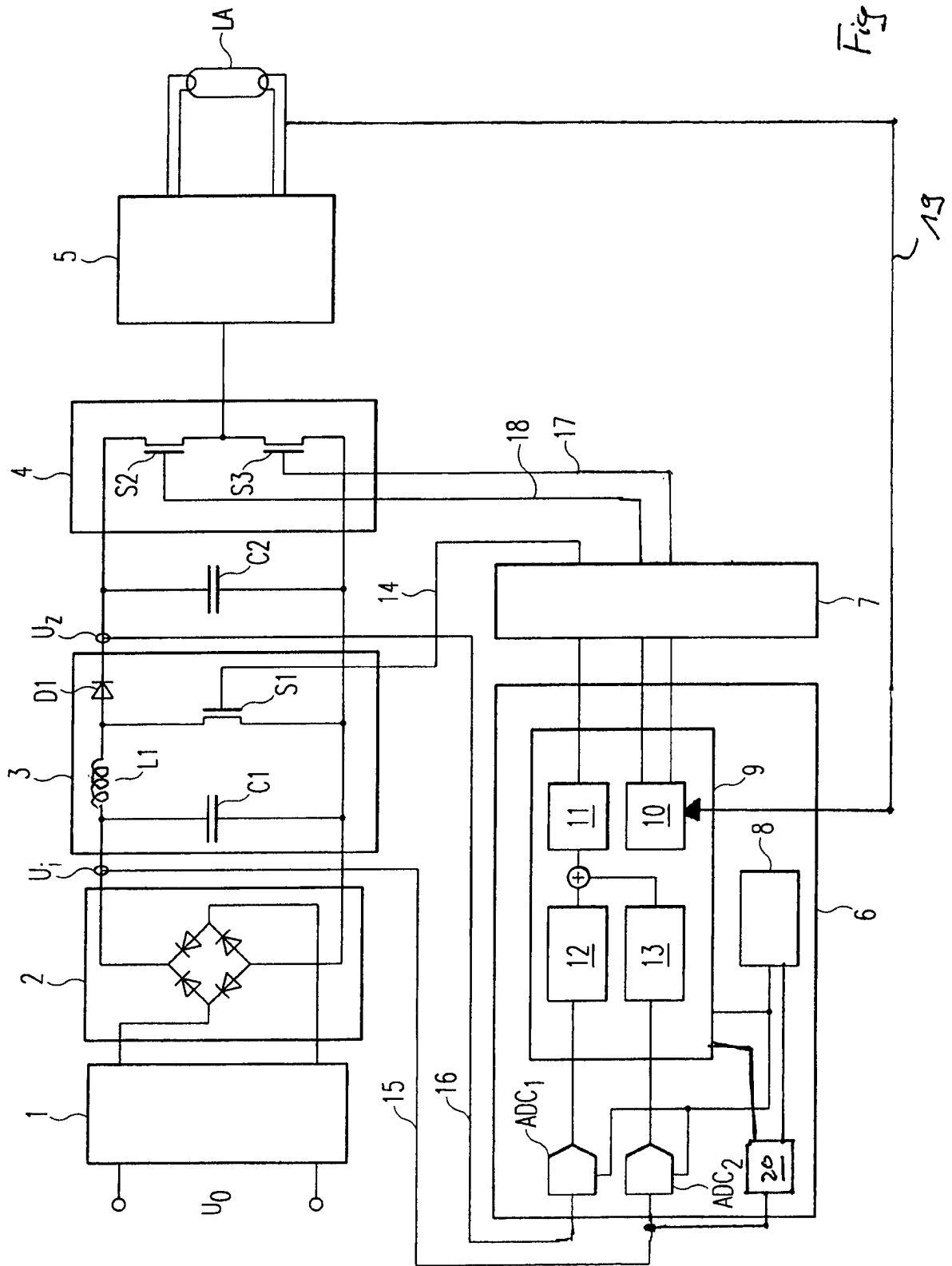


Fig. 2