(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. November 2007 (01.11.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/121944 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 1/00 (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/003492

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2007 (20.04.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 018 577.3 21. April 2006 (21.04.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **TRIDONICATCO GMBH & CO. KG** [AT/AT]; Färbergasse 15, A-6851 Dornbirn (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **FINK, Jürgen** [AT/AT]; Quellensiedlung 5, A-6971 Hard (AT).

(74) Anwalt: **RUPP, Christian**; Mitscherlich & Partner, Patent & Rechtsanwälte, Sonnenstrasse 33, 80331 München (DE).

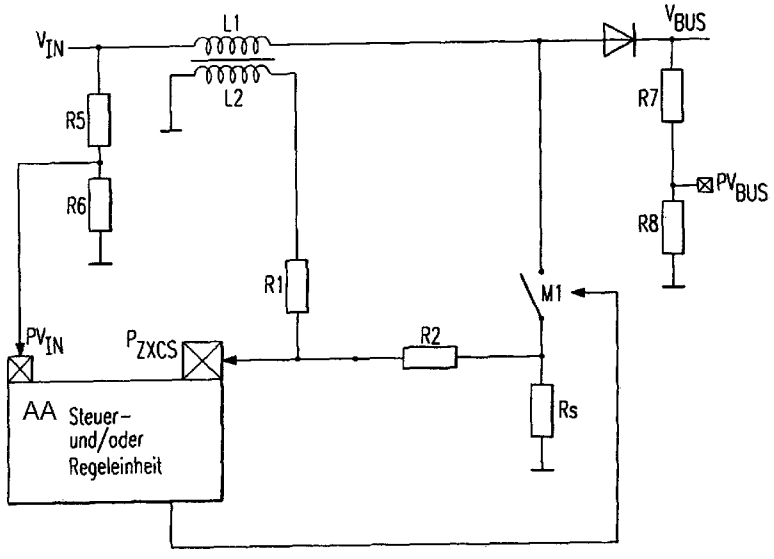
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** BOOST POWER FACTOR CORRECTION CIRCUIT (BOOST PFC)

(54) **Bezeichnung:** HOCHSETZSTELLER-LEISTUNGSFAKTORREKTURSCHALTUNG (BOOST-PFC)



AA Control and/or regulation unit

(57) **Abstract:** The invention relates to a power factor correction circuit (PFC) comprising a charging coil, the discharge current of which is used to charge a storage capacitor using a controlled circuit. The switch is switched on and off by means of an electronic control and regulating unit, the current through the switch is directly or indirectly detected in time periods at the input during which the switch is closed, and an additional operational parameter of the boost PFC circuit is detected in time periods during which the switch is open. When the current flowing through the switch is detected, the actual value of the input voltage V_{IN} or the output voltage V_{out} is taken into account.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/121944 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Eine Leistungsfaktor-Korrekturschaltung (PFC) weist eine Ladespule auf, mit deren Entladestrom durch einen gesteuerten Schalter ein Speicherkondensator aufgeladen wird. Der Schalter wird durch eine elektronische Steuer- und/oder Regeleinheit ein- und ausgeschaltet, die an einem Eingang-direkt oder indirekt den Strom durch den Schalter in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geschlossen ist, und-einen weiteren Betriebsparameter der Boost-PFC Schaltung in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geöffnet ist, wobei bei der Erfassung des durch den Schalter fließenden Stroms der aktuelle Wert der Eingangsspannung VIN oder der Ausgangsspannung Vout berücksichtigt wird.

Hochsetzsteller-Leistungsfaktorkorrekturschaltung (Boost-PFC)

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf sogenannte Hochsetzsteller-Leistungsfaktorkorrekturschaltungen (im Englischen Boost-PFC genannt), auf Verfahren zum Betrieb derartiger Schaltungen sowie auf Betriebsgeräte für Leuchtmittel, die derartige Schaltungen aufweisen.

Derartige Schaltungen dienen dazu, eine zugeführte DC- oder AC-Spannung auf ein höheres Niveau umzusetzen (Boost). Gleichzeitig können derartige Schaltungen dazu ausgelegt sein, einen Verbraucher mit einem Leistungsfaktor von nahezu 1 dazustellen (Power Factor Correction, Leistungsfaktorkorrektur).

Derartige Schaltungen finden beispielsweise Anwendung bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel, beispielweise bei Elektronischen Vorschaltgeräten (EVGs) für Gasentladungslampen. Wenn die Leuchtmittel hochfrequent betrieben werden sollen, wird die DC-Ausgangsspannung des Boost-PFC (oft auch „Busspannung" genannt), über Wechselrichter in eine hochfrequente AC-Spannung ungesetzt.

Da ein Boost-PFC üblicherweise nicht kurzschlussfest ist, wird der Betrieb einer derartigen Schaltung durch Steuer- und Regelschaltungen gesteuert, denen Parameter aus der

Versorgungsspannung, aus der Boost-PFC-Schaltung und/oder aus dem Lastkreis (der die Leuchtmittel enthält) zurückgeführt wird.

Das Zurückführen von diesen Messparametern zu der Steuer- und Regeleinheit führt dazu, dass beim Stand der Technik zahlreiche Pins beispielsweise eines als Steuer- und Regelschaltung verwendeten ASICs belegt werden.

Figur 1 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Boost-PFC-Schaltung. Der Schaltung wird eine AC- oder DC-Spannung V_{IN} zugeführt. Eine Ladespule L1 ist mit einer Freilaufdiode D1 in Serie geschaltet. Über einen Schalter M1 kann ein Verbindungspunkt zwischen der Freilaufdiode und der Ladespule L1 selektiv mit Masse verbunden werden. Über die Freilaufdiode D1 kann ein Ladekondensator C1 aufgeladen werden. An der Hochpotentialseite des Ladekondensators C1 stellt sich so mehr bei entsprechender Taktung des Schalters M1 die Ausgangsspannung V_{bus} ein, die regelmäßig über der Amplitude der zugeführten Spannung V_{IN} liegt.

Es ist bekannt, die angelegte Versorgungsspannung V_{IN} über einen Spannungsteiler R5, R6 beispielsweise an einem Pin PV_{in} eines ASICs zu erfassen.

Weiterhin ist es bekannt, den Nulldurchgang des durch die Ladespule fließenden Stroms zu erfassen (Pin PV_{L1}).

Weiterhin kann der in dem geschlossenen Zustand des Schalters M1 durch diesen Schalter M1 fließende Strom mittels eines Messwiderstands („Shunt") R1 an einem Pin PV_{M1} oder PI_M1 erfasst werden.

Schließlich kann auch noch über einen Spannungsteiler R7, R8 die Ausgangsspannung V_{bus} an einem Pin PV_{bus} erfasst werden.

Die Erfindung setzt nunmehr daran an, den schaltungstechnischen Aufwand einer derartigen Schaltung zu verringern.

Es wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, für zwei Messsignale nur ein einziger Pin einer ASIC-Schaltung zu benutzen. Diese kombinierte Erfassung von mehreren Parametern am gleichen Meßpunkt, aber zu unterschiedlichen Zeitpunkten wird unter Berücksichtigung einer Referenz durchgeführt. Diese Referenz wird in die Messung eingebracht und erspart die Verwendung eines Koppelgliedes zur Potentialtrennung.

Die oben angeführt Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der vorliegenden Erfindung besonders vorteilhafter Weise weiter.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Betrieb einer Hochsetzsteller-Leistungsfaktor-korrekturschaltung (Boost-PFC) vorgesehen, wobei die Schaltung eine mit einer Freilaufdiode in Serie geschaltete Ladespule aufweist, mit deren Entladestrom durch einen gesteuerten Schalter ein Kondensator aufgeladen wird. Der Schalter wird dabei durch eine elektronische Steuer- und/oder Regeleinheit ein- und ausgeschaltet, die an einem einzigen Eingang direkt oder indirekt den Strom durch den Schalter in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geschlossen ist, und einen

weiteren Betriebsparameter der Boost-PFC Schaltung in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geöffnet ist.

Somit ist für diese Erfassung nur noch ein Pin einer integrierten Auswerteschaltung belegt. Bei der Erfassung des durch den Schalter fließenden Stroms wird der aktuelle Wert der Eingangsspannung V_{IN} oder der Ausgangsspannung V_{out} berücksichtigt.

Der Strom durch den Schalter bzw. eine dafür repräsentative Größe kann mit einem Schwellenwert verglichen werden. Der Schalter wird dann wieder ausgeschaltet, sobald dieser Schwellenwert erreicht bzw. überschritten wird.

Der aktuelle Wert der Eingangs- bzw. Ausgangsspannung kann direkt gemessen oder indirekt ermittelt werden.

Der erfasste weitere Betriebsparameter kann insbesondere der Nulldurchgang des durch die Ladespule (L1) fließenden Stroms sein.

Der Nulldurchgang des durch die Ladespule fließenden Stroms kann mittels einer mit der Ladespule induktiv gekoppelten Erfassungsspule dadurch ermittelt werden, dass zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs die Spannung an der Fassungsspule eine Flanke zeigt. (Ob diese Flanke negativ oder positiv ist, hängt von der Wicklungsrichtung der Erfassungsspule relativ zu der Ladespule ab.)

Alternativ kann der erfasste weitere Betriebsparameter die Ausgangs- bzw. die Eingangsspannung der Boost-PFC-Schaltung oder der Halbbrückenstrom einer am Ausgang der Boost-PFC-Schaltung angeordneten Halbbrücke sein.

Die Steuer- und Regeleinheit kann zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stroms durch die Ladespule den zuvor ausgeschalteten Schalter wieder einschalten.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Steuer- und/oder Regeleinheit, wie beispielsweise ein ASIC vorgesehen, die/der zur Implementierung eines Verfahrens der oben angeführten Art ausgebildet ist.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen, das eine derartige elektronische Steuer- und/oder Regeleinheit aufweist.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf eine Hochsetzsteller-Leistungsfaktorkorrekturschaltung (Boost-PFC).

Schließlich bezieht sich die Erfindung auch auf ein elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen, das eine derartige Boost-PFC-Schaltung aufweist.

Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung sollen nunmehr bezugnehmend auf die Figuren der begleitenden Zeichnungen näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Boost-PFC-Schaltung.

Figur 2 zeigt eine Boost-PFC-Schaltung, die zu illustrativen Zwecken im Zusammenhang mit einem Betriebsgerät für Leuchtmittel, wie beispielsweise einem elektronischen

Vorschaltgerät für Gasentladungslampen dargestellt ist,

Figur 3 zeigt eine Boost-PFC-Schaltung, bei der an dem gleichen Punkt in der Schaltung (PV_{L1}, PI_{M1}) der Nulldurchgang des Ladespulenstroms wie auch der Schalterstrom abgegriffen werden können,

Figur 4 zeigt Signalverläufe, wie sie an definierten Punkten der Boost-PFC-Schaltung gemäß Figur 3 auftreten,

Figur 5 zeigt eine erfindungsgemässe Boost-PFC-Schaltung, bei der an dem gleichen Punkt in der Schaltung (PV_{L1}, PI_{M1}) der Nulldurchgang des Ladespulenstroms wie auch der Schalterstrom abgegriffen werden können,

Figur 6 zeigt Signalverläufe, wie sie an definierten Punkten der erfindungsgemässen Boost-PFC-Schaltung gemäß Figur 5 auftreten,

Figur 7 zeigt Signalverläufe, wie sie an definierten Punkten der erfindungsgemässen Boost-PFC-Schaltung gemäß Figur 5 auftreten,

Figur 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Boost-PFC-Schaltung, bei der an dem gleichen Punkt in der Schaltung (PV_{BUS}, PI_{M1}) die

Ausgangsspannung wie auch der Schalterstrom abgegriffen werden können,

Figur 9 zeigt Signalverläufe, wie sie an definierten Punkten der Boost-PFC-Schaltung gemäß Figur 8 auftreten,

Figur 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Boost-PFC-Schaltung, bei der an dem gleichen Punkt in der Schaltung (PV_{IN}, PI_{M1}) die Eingangsspannung wie auch der Schalterstrom abgegriffen werden können, und

Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Boost-PFC-Schaltung, bei der an dem gleichen Punkt in der Schaltung (PI_{M3}, PI_{M1}) der Halbbrückenstrom wie auch der Schalterstrom abgegriffen werden können.

Figur 2 zeigt, wie eine PFC-Boost-Schaltung zusammen mit einer entsprechenden Steuer- und/oder Regeleinheit für den Betrieb von Leuchtmitteln verwendet werden kann.

Wie dargestellt können der erfindungsgemäßen Steuer- und/oder Regeleinheit Messgrößen aus verschiedenen Bereichen der Schaltung zugeführt werden, darunter unter anderem aus dem Bereich der Versorgungsspannung, der PFC-Boost-Schaltung, sowie aus dem Lastkreis, wobei die Leuchtmittel Teil des Lastkreises sind.

Die Ausgangsspannung V_{bus} der PFC-Boost-Schaltung kann beispielsweise über einen Wechselrichter mit zwei

Schaltern M2, M3, die jeweils von der Steuer- und/oder Regeleinheit angesteuert werden, in eine hochfrequente Betriebsspannung V_{AC} für den Lastkreis umgesetzt werden. Die Leuchtmittel sind Teil dieses Lastkreises.

Die Steuer- und/oder Regeleinheit kann somit steuernd in den Lastkreis (Schalter M2, M3) sowie in die PFC-Boost-Schaltung (Schalter M1) einwirken.

In dem in Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Beispiel wird der Strom durch die Ladespule L1 der PFC-Boost-Schaltung über eine Erfassungsspule L2 und einen Widerstand R2 induktiv abgegriffen. Diese induktive Erfassung des Stroms durch die Ladespule L1 mittels der Erfassungsspule L2 stellt einen Aspekt der Erfindung dar, der im Übrigen unabhängig von der Erfassung des Ladespulenstroms und des Schalterstroms angewendet werden kann und bereits für sich selbst genommen Vorteile bringt.

Diese induktive Erfassung des Stroms durch die Ladespule L2 kann Vorteilhafterweise, muss aber nicht, mit einer Schaltung wie in Figur 3 oder Figur 5 gezeigt kombiniert werden.

An einem einzigen Punkt der Schaltung PV_{L1}, PI_{M1} werden sowohl der Strom I_{M1} durch den geschlossenen Schalter M1 wie auch der Nulldurchgang des Stroms durch die Ladespule L1 erfasst. Dieser Punkt PV_{L1}, PI_{M1} in Figur 3 kann beispielsweise einen PIN einer ASIC-Schaltung darstellen, bzw. mit einem derartigen Pin verbunden werden.

Die induktive Erfassung L2 des Spulenstroms L1 ist durch ein Entkopplungselement, wie beispielsweise die gezeigte Diode D2 von dem Erfassungs-Pin PV_{L1}, PI_{M1} getrennt.

Zu Zeiten, zu denen der Schalter M1 geöffnet wird, kann also an diesem Punkt PV_{L1}, PI_{M1} der Nulldurchgang des Spulenstroms I_{M1} erfasst werden.

Diese Erfassung kann insbesondere in einem Vergleich mit einem Schwellenwert oder aber auch in der konkreten Erfassung des aktuellen Stromwerts liegen.

Zu Zeitdauern, in denen der Schalter M1 wie durch die Steuer- und/oder Regeleinheit angesteuert geschlossen ist, kann an diesen Punkt über den Messwiderstand R1 der Strom I_{M1} durch den Schalter M1 gemessen werden, insbesondere, um einen allzu hohen Strom (d. h. einen Strom I_{M1} über einen definierten Schwellenwert) zu vermeiden.

Das Entkoppelelement wie beispielsweise die dargestellte Diode D2 dient also zur Entkopplung der beiden Funktionen (Messung des Schalterstroms/Messung des Nulldurchgangs des Spulenstroms).

In Figur 4 sind Verläufe der verschiedenen in der Schaltung von Figur 3 auftretenden Spannungen und Ströme dargestellt.

I_{L1} zeigt dabei den Strom durch die Ladespule L1.

$V(GS)_{M1}$ zeigt die Ansteuerspannung, die von der Steuer-Regeleinheit zur Ansteuerung des Schalters M1 ausgegeben wird.

V_{L1_SEC} zeigt den Verlauf der Spannung an der Erfassungsspule L2. V_{RefZX} zeigt einen ersten Schwellenwert.

V_{RefCS} zeigt einen zweiten Schwellenwert.

V_{M1} zeigt einen für den Schalterstrom repräsentierten Wert, der mit den Schwellenwerten V_{RefZX} und V_{RefCS} verglichen werden kann.

Die Zeitdauer T1 ist die Zeitdauer, in der der Schalter M1 durchgeschaltet ist und somit der Spulenstrom I_{L1} ansteigt.

Die Zeitdauer T2 zeigt einen Zeitabschnitt, in dem der Schalter geöffnet ist und sich somit die Energie des in der Spule L1 gespeicherten Magnetfelds über die Diode D1 zum Ladekondensator C1 hinentlädt.

Wenn der Strom I_{L1} durch die Drossel L1 ansteigt, steigt gleichzeitig auch der Strom I_{M1} durch bzw. die dafür repräsentative Größe V_{M1}.

Als eine Schutzfunktion wird dieser Schalterstrom V_{M1} mit einem Schwellenwert V_{RefCS} verglichen. Sollte dieser Referenzwert V_{RefCS} überschritten werden, wird der Schalter M1 (vorzeitig) ausgeschaltet. Ein derartiger Fall tritt in dem Szenario gemäß Figur 4 nicht auf. Vielmehr ist dort vorgesehen, dass der Schalter M1 in regelmäßigen Abständen ausgeschaltet wird.

Während dieser Zeitdauer T1, in der also der Schalter geschlossen ist, sperrt die Diode D1, da die Spannung V_{L1_SEC} der Erfassungsspule L2 negativ ist.

Wird nunmehr der Schalter M2 durch die Steuer- und Regeleinheit geöffnet (Zeitdauer T2) fällt der Strom I_{L1}

durch die Drossel L1 ab. Die Spannung V_{L1_SEC} an der Erfassungsspule L2 wird positiv und verbleibt auf einen positiven Wert bis zum Nulldurchgang des Ladespulenstroms I_{L1}. Zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stroms I_{L1} durch Ladespule L1 zeigt die Spannung V_{L1_SEC} durch Erfassungsspule L2 eine (im Beispiel negative) Flanke.

Dies kann beispielsweise dadurch erfasst werden, dass ermittelt wird, dass zu diesen Zeitpunkt die Spannung V_{L1_SEC} durch die Erfassungsspule L2 einen definierten Referenzwert V_{RefZX} unterschreitet. Zu diesem Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Spulenstroms I_{L1} schaltet die Steuer- und Regeleinheit dann wieder den Schalter ein und es folgt die Zeitdauer T1 mit eingeschaltetem Schalter M1, zu der der Spulenstrom wieder kontinuierlich ansteigt.

Das Entkopplungselement beispielsweise in Form der Diode D2 sorgt also dafür, dass beispielsweise durch ein Sperren der Diode D2 die Spulenstromerfassung von dem Schalter M2 entkoppelt ist, so dass isoliert der Strom durch den Schalter gemessen werden kann. Vergleichbar zu der Diode D2 kann auch ein Transistor oder eine kapazitive Entkopplung vorgesehen sein, die also im eingeschalteten Zustand des Schalters M1 diesen von dem Potenzial der Erfassungsspule L2 trennen.

Die oben erläuterte Erfassung des Nulldurchgangs des Ladespulenstroms und des Stroms durch den Schalter erfordert eine Potentialtrennung der Nulldurchgangserfassung, wenn im geschlossenen Zustand des Schalters aus Sicherheitsgründen der Strom durch diesen überwacht wird. Während die Nulldurchgangserfassung des Spulenstroms erfindungsgemäß auf einer Flankenerfassung beruht und somit keine Absolutmessung erfordert, wird der

Schalterstrom bekanntlich mit einem Schwellenwert verglichen, was eine Absolutwerterfassung des Schalterstrom voraussetzt.

In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 ist nunmehr eine Möglichkeit gezeigt, wie auch ohne Potentialtrennung zwischen der Nulldurchgangserfassung des Spulenstroms und der Schalterstromerfassung diese Absolutmessung des Schalterstroms ausgeführt werden kann.

Wie in Fig. 5 ersichtlich ist dort kein mit der Diode D2 in Fig. 3 vergleichbares Entkopplungselement vorgesehen.

Somit wird bei der Erfassung des Schalterstroms einerseits tatsächlich der Schalterstrom, aber auch zusätzlich der Einfluss der durch die Erfassungsspule transformierten Eingangsspannung V_{IN} gemessen.

Diese Eingangsspannung kann bekanntlich eine DC-Spannung, oder insbesondere eine sinusförmig sich verändernde Wechselspannung sein.

Erfindungsgemäß wird nunmehr der Einfluss der transformierten Eingangsspannung V_{IN} auf die Schalterstrommessung wie folgt in Kauf genommen, aber bei der folgenden Auswertung berücksichtigt:

Während der Schalterstrommessung wird die an dem Abgriffspunkt P_{ZXCS} anliegende Spannung durch einen Komparator mit einem Referenzwert verglichen, der den maximal zulässigen Schalterstrom repräsentiert.

Dieser Referenzwert (Schwellenwert) wird nunmehr erfindungsgemäß abhängig von dem aktuellen Wert der

Eingangsspannung V_{IN} verändert, so dass der Einfluss der transformierten Eingangsspannung V_{IN} auf die Schalterstrommessung durch zeitnahe Veränderung des Referenzwerts nachgebildet wird und somit für die Messung kompensiert werden kann.

Es ist also ein Komparator vorgesehen, dessen Referenzspannung durch die Steuer- und/oder Regeleinheit bspw. digital vorgegeben und dann D/A-gewandelt wird. Die Referenzspannung wird dabei während der Durchführung einer Messung verändert.

Die Eingangsspannung kann beispielsweise wie in Fig. 5 dargestellt gemessen werden oder aber auch indirekt ermittelt werden.

Der Beitrag der Eingangsspannung zur Messung des Schalterstroms ist aufgrund des bekannten Transformationsverhältnisses (von beispielsweise 1:10) von der Ladespule L1 zu der Ladespule L2 bekannt und kann somit stets aus dem aktuellen Wert der Eingangsspannung V_{IN} berechnet werden.

Wenn der Schalterstrom beispielsweise mindestens 100mal pro Halbwelle einer sinusförmigen Eingangsspannung V_{IN} erfasst wird, kann der Referenz-Schwellenwert für die Überstromerfassung des Schalters M1 entsprechend geändert werden.

Die Eingangsspannung kann wie gesagt direkt gemessen werden, aber auch indirekt berechnet werden. Die indirekte Berechnung kann beispielsweise über die Einschalt-/Ausschaltzeitdauern des FET-Schalters M1 berechnet werden.

Erfindungsgemäß kann an dem Punkt V_{DD} eine kleine Spannung, wie beispielsweise die Versorgungsspannung der Steuer- und/oder Regeleinheit (beispielsweise ASIC) angelegt werden. Diese Spannung V_{DD} ergibt somit einen konstanten Offset am Erfassungspunkt P_{ZXCS}, was verhindert, dass das bei der Messung eine Messung im Bereich des Nullwerts mit entsprechend instabiler Referenz erfolgen muss.

In Fig. 6 ist der zeitliche Verlauf für die Messung des Spulenstroms V_{L1}, des Schalterstroms I_{M1} sowie die Schalteransteuerspannung dargestellt.

In Fig. 7 ist ersichtlich, wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 an dem Punkt P_{ZXCS} eine Spannung gemessen wird, deren Hauptbeitrag synchron zum Verlauf der Eingangsspannung V_{IN} verläuft. Bei der Messung des Schalterstroms VZS muss also der Referenzwert dementsprechend laufend verändert werden. Wie aus Fig. 7 ersichtlich soll nämlich bei der Messung des Schalterstroms nur der im Vergleich zur Eingangsspannung V_{IN} hochfrequentere Schalterstrombeitrag V_{ZS} gemessen werden. Anzumerken ist, dass zur besseren Darstellung in Figur 7 die beiden Kurven, die eigentlich übereinander liegen, bezüglich ihrer jeweiligen Nullachsen verschoben sind.

In Figur 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer PFC-Boost-Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt.

Die diesem Ausführungsbeispiel zugrundeliegende Schaltung enthält eine Ladespule L1, der eine Eingangswechselspannung V_{in} zugeführt wird. Die Ladespule

L1 ist vor einer Freilaufdiode D1 in Serie geschaltet, wobei an der Verbindung zwischen der Ladespule L1 und der Freilaufdiode D1 ein steuerbarer Schalter M1 angeschlossen ist.

Ist der Schalter M1 eingeschaltet, so ist die Ladespule L1 gegen Masse kurzgeschlossen und die Freilaufdiode D1 gesperrt. Die Ladespule L1 lädt sich dann auf und Energie wird dadurch in der Ladespule L1 gespeichert.

Wenn der Schalter M1 hingegen ausgeschaltet ist, ist die Freilaufdiode D1 leitend. Die Ladespule entlädt sich dann über die Freilaufdiode D1 in einen Ladekondensator C1, der die Freilaufdiode D1 mit Masse verbindet und einer Ausgangsspannung V_{bus} ausgesetzt ist.

Ein Strommeßwiderstand (Shunt) R1 in der Source-Leitung des Schalters M1 ermöglicht im geschlossenen Zustand des Schalters M1 die Erfassung des durch diesen Schalter M1 fließenden Stroms, um beispielsweise einen eventuellen Überstromzustand feststellen zu können.

Parallel zu dem Ladekondensator C1 ist ein Spannungsteiler R7', R8' angeordnet, um die Ausgangsgleichspannung V_{bus} an einem Pin PV_{bus}, PI_{M1} zu messen und dementsprechend einen Überspannungszustand beispielsweise aufgrund von Lastsprüngen feststellen zu können. Der Spannungsteiler R7', R8' ist zwischen der Source-Leitung des Schalters M1 und einem die Ausgangsspannung V_{bus} bereitstellenden Ausgangspunkt angeordnet.

Wenn der Schalter M1 offen ist, kann die Ausgangsspannung Vbus über einen erweiterten Spannungsteiler R7', R8' und R1 über den Pin PV_{bus}, PI_{M1} gemessen werden. Dieser Meßwert

wird der Steuer- und/oder Regeleinheit zugeführt, welche dann über das Ein- und Ausschalten des Schalters M1 die Busspannung entsprechend regeln kann.

Die erfasste Ausgangsspannung bzw. Busspannung Vbus wird auch zu Zeiten, zu denen der Schalter M1 geschlossen ist, von der Steuer und/oder Regelschaltung zur Erfassung des Schalterstroms I_{M1} benutzt. In der Tat, wenn der Schalter geschlossen ist, erfolgt eine Überstromerfassung durch Vergleich des Schalterstroms mit einem Schwellenwert bzw. Referenzwert. Während der Schalterstrommessung wird die an dem Abgriffpunkt PVbus, PI_{M1} anliegende Spannung durch einen Komparator mit diesem Referenzwert verglichen, der den maximal zulässigen Schalterstrom repräsentiert.

Die Busspannung Vbus liefert bei dieser Messung mit geschlossenem Schalter einen bekannten Beitrag zur Strommessung, so dass dieser Referenzwert erfindungsgemäß abhängig von dem aktuellen Wert der Busspannung Vbus verändert wird. Der Einfluss der Busspannung auf die Schalterstrommessung kann demnach durch zeitnahe Veränderung des Referenzwertes nachgebildet werden und entsprechend für die Messung während der Einschaltzeitdauer des Schalters M1 kompensiert werden.

Es ist ein Komparator vorgesehen, dessen Referenzspannung bzw. Referenzwert durch die Steuer und /oder Regeleinheit bspw. digital vorgegeben und dann D/A -gewandelt wird.

Als dynamische Referenz wird der zuletzt gemessene Busspannungswert verwendet
Die Referenzspannung wird dabei während.

Die Referenzspannung wird dabei vorzugsweise während der Durchführung einer Busspannung -Messung verändert, um den Beitrag des durch den Schalter M1 fließenden Stroms nicht zu berücksichtigen.

Diese Aktualisierung der Referenzspannung wird vorzugsweise von einem entsprechenden Signal „sample Vbus" gesteuert, und erfolgt wie in Fig. 9 ersichtlich vorzugsweise bei t=Tsample während der Ausschaltzeitdauer Toff des Schalters M1. Um sicher zu sein, dass der Referenzwert noch in der Ausschaltzeit von M1 verändert wird, ist es zweckmäßig, diese Aktualisierung kurz nach Ausschalten des Schalters M1 durchzuführen, sehe Fig. 9.

Mit einer typischen Abtastrate von 1/200 µs ist die Regelung auf die Busspannung Vbus gegenüber einer typischen Einschaltzeitdauer Ton des Schalters M1 von 25 µs verhältnismäßig langsam. Somit kann die Busspannung während dieser Einschaltzeitdauer Ton auch als konstant gesehen werden. Es spielt keine Rolle, dass die Busspannungs-Isterfassung in dieser Zeit Ton auch blind ist.

Die Verläufe der verschiedenen in der Schaltung von Fig. 8 auftretenden Spannungen und Ströme sind in Fig. 9 gezeigt.

PFCout ist die Ansteuerspannung, die von der Steuer bzw. Regeleinheit zur Ansteuerung des Schalters M1 ausgegeben wird.

Weiterhin zeigt IL1 den Strom durch die Ladespule L1, der während der Einschaltzeitdauer Ton des Schalters M1 zunimmt und während der Ausschaltzeitdauer Toff auf Null fällt.

Die am Pin PV_{bus}, PI_{M1} gemessene Spannung setzt sich aus einer im wesentlichen konstanten Spannung $V_{R8'}$ des Widerstands R8' und einer Spannung V_{R1}. Die letztere Spannung V_{R1} des Widerstands R1 steigt sobald der Schalter M1 geschlossen ist und spiegelt den Anstieg des durch diesen Schalter M1 fließenden Stroms wider.

In Fig. 10 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer PFC-Boost-Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt.

Diese Schaltung ändert sich dahingehend von der in Fig. 7 gezeigten Schaltung, dass diesmal an einem einzigen Pin PV_{in}, PI_{M1} bei geöffnetem bzw. geschlossenem Schalter M1 alternativ die Eingangsspannung Vin der PFC-Boost-Schaltung und der Schalterstrom I_{M1} gemessen werden kann.

Die angelegte Eingangsspannung bzw. Versorgungsspannung Vin wird über einen Spannungsteiler R5', R6' erfasst. Diese Spannungserfassung erfolgt in der Ausschaltzeitdauer Toff des Boost-Schalters M1, ähnlich wie die Erfassung der Ausgangsspannung Vbus in der in Fig. 8 gezeigten PFC-Schaltung.

Bei geschlossenem Schalter M1 erfolgt die Schalterstromerfassung durch Vergleich des Schalterstroms mit einem Referenzwert. Dieser Referenzwert wird wie bei der in Fig. 8 gezeigten Schaltung vorzugsweise bei jedem Schaltzyklus während der Ausschaltzeitdauer des Schalters M1 durchgeführt und dem aktuellen Wert der Ausgangsspannung Vbus angepasst.

Bei dem in Fig. 11 gezeigten Ausführungsbeispiel einer PFC-Boost-Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung

werden der durch den Boost-Schalter M1 fließende Strom sowie der Strom durch eine von der Ausgangsspannung Vbus gespeiste Halbbrücke (M2, M3) erfasst. Diese Erfassungen werden am selben Pin PI_{M1}, PI_{M3} und sequentiell in unterschiedlichen Zeitpunkten ausgeführt.

Ist der Schalter M1 geöffnet, so kann vom Pin PI_{M1}, PI_{M3} direkt der Halbbrückenstrom IM3 erfasst werden.

Ist der Schalter M1 geschlossen, kann der Strom durch diesen Schalter M1 erfasst werden und zwar unter Berücksichtigung des Beitrags des Halbbrückenstroms IM3.

Hierzu wird der am Pin PI_{M1}, PI_{M3} gemessenen Wert - ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen - mit einem Referenzwert verglichen, und zwar mit dem zuletzt erfassten Halbbrückenstrom IM3.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Hochsetzsteller-Leistungsfaktorkorrekturschaltung (Boost-PFC), wobei die Schaltung mit einer Eingangsspannung V_{IN} versorgt wird und eine mit einer Freilaufdiode in Serie geschaltete Ladespule aufweist, mit deren Entladestrom durch einen gesteuerten Schalter ein Ladekondensator aufgeladen wird,
wobei der Schalter durch eine elektronische Steuer- und oder Regeleinheit ein- und ausgeschaltet wird, die an einem Eingang
- direkt oder indirekt den Strom durch den Schalter in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geschlossen ist, und
- einen weiteren Betriebsparameter der Boost-PFC Schaltung in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geöffnet ist,
wobei bei der Erfassung des durch den Schalter fließenden Stroms der aktuelle Wert der Eingangsspannung V_{IN} oder der Ausgangsspannung V_{out} berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei der Strom durch den Schalter bzw. eine dafür repräsentative Grösse mit einem Schwellenwert verglichen wird, der vom aktuellen Wert der Eingangs- bzw. Ausgangsspannung abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
wobei der Schalter wieder ausgeschaltet wird, sobald

der Schwellenwert erreicht oder überschritten wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der aktuelle Wert der Eingangs- bzw. Ausgangsspannung direkt gemessen oder indirekt ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter der Nulldurchgang des durch die Ladespule (L1) fließenden Stroms ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Nulldurchgang des durch die Ladespule fließenden Stroms mittels einer mit der Ladespule induktiv gekoppelten Erfassungsspule dadurch ermittelt wird, dass zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs die Spannung an der Erfassungsspule eine Flanke zeigt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter die Ausgangsspannung der Boost-PFC-Schaltung ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter die Eingangsspannung der Boost-PFC-Schaltung ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter der Halbbrückenstrom einer am Ausgang der Boost-PFC-Schaltung angeordneten Halbbrücke ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuer- und Regeleinheit zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stroms durch die Ladespule den Schalter wieder einschaltet.

11. Steuer- und/oder Regeleinheit, die zur Implementierung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

12. Elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladungslampen, das eine Steuer- und/oder Regeleinheit nach Anspruch 11 aufweist.

13. Hochsetzsteller-Leistungsfaktorkorrekturschaltung (Boost-PFC), wobei die Schaltung eine mit einer Freilaufdiode in Serie geschaltete Ladespule aufweist, mit deren Entladestrom durch einen gesteuerten Schalter ein Ladekondensator aufgeladen wird, wobei der Schalter durch eine elektronische Steuer- und/oder Regeleinheit ein- und ausschaltbar ist, die an einem Eingang
- direkt oder indirekt den Strom durch den Schalter in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geschlossen ist, und
- einen weiteren Betriebsparameter der Boost-PFC Schaltung in Zeitdauern erfasst, in denen der Schalter geöffnet ist,
wobei bei der Erfassung des durch den Schalter fließenden Stroms der aktuelle Wert der Eingangsspannung V_{IN} oder der Ausgangsspannung V_{out} berücksichtigt wird.

14. Schaltung nach Anspruch 13,
wobei der Strom durch den Schalter bzw. eine dafür repräsentative Größe durch die Steuer- und/oder Regeleinheit mit einem Schwellenwert verglichen wird, der vom aktuellen Wert der Eingangs- bzw. Ausgangsspannung abhängt.

15. Schaltung nach Anspruch 14,
wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu ausgelegt ist, den Schalter wieder auszuschalten, sobald der Schwellenwert erreicht oder überschritten wird.

16. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
wobei der aktuelle Wert der Eingangsspannung direkt gemessen oder indirekt ermittelt wird.

17. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
wobei der erfasste weitere Betriebsparameter der Nulldurchgang des durch die Ladespule (L1) fließenden Stroms ist.

18. Schaltung nach Anspruch 17,
aufweisend Mittel zur induktiven Erfassung des Nulldurchgangs des durch die Ladespule fließenden Stroms.

19. Schaltung nach einem der Ansprüche 17 und 18,
wobei der Nulldurchgang des durch die Ladespule fliessenden Stroms mittels einer mit der Ladespule induktiv gekoppelten Erfassungsspule dadurch ermittelt wird, dass zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs die Spannung an der Erfassungsspule

eine Flanke zeigt.

20. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter die Ausgangsspannung der Boost-PFC-Schaltung ist.

21. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter die Eingangsspannung der Boost-PFC-Schaltung ist.

22. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der erfasste weitere Betriebsparameter der Halbbrückenstrom einer am Ausgang der Boost-PFC-Schaltung angeordneten Halbbrücke ist.

23. Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 22, wobei die Steuer- und Regeleinheit zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stroms durch die Ladespule den Schalter wieder einschaltet.

24. Elektronisches Vorschaltgerät für Gasentladunglampen, aufweisend eine Schaltung nach einem der Ansprüche 13 bis 23.

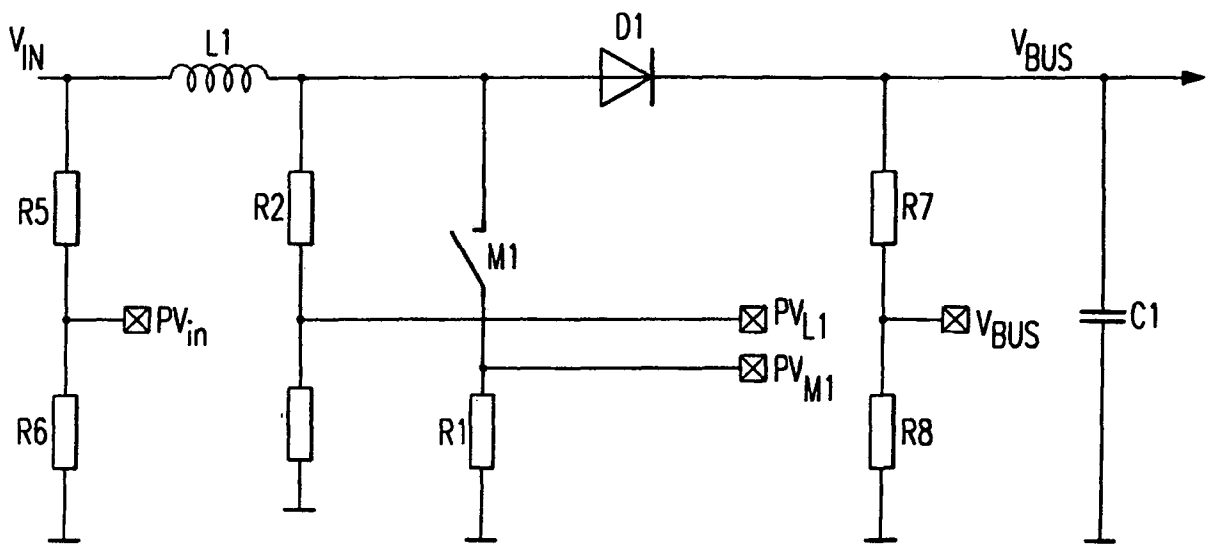


Fig. 1

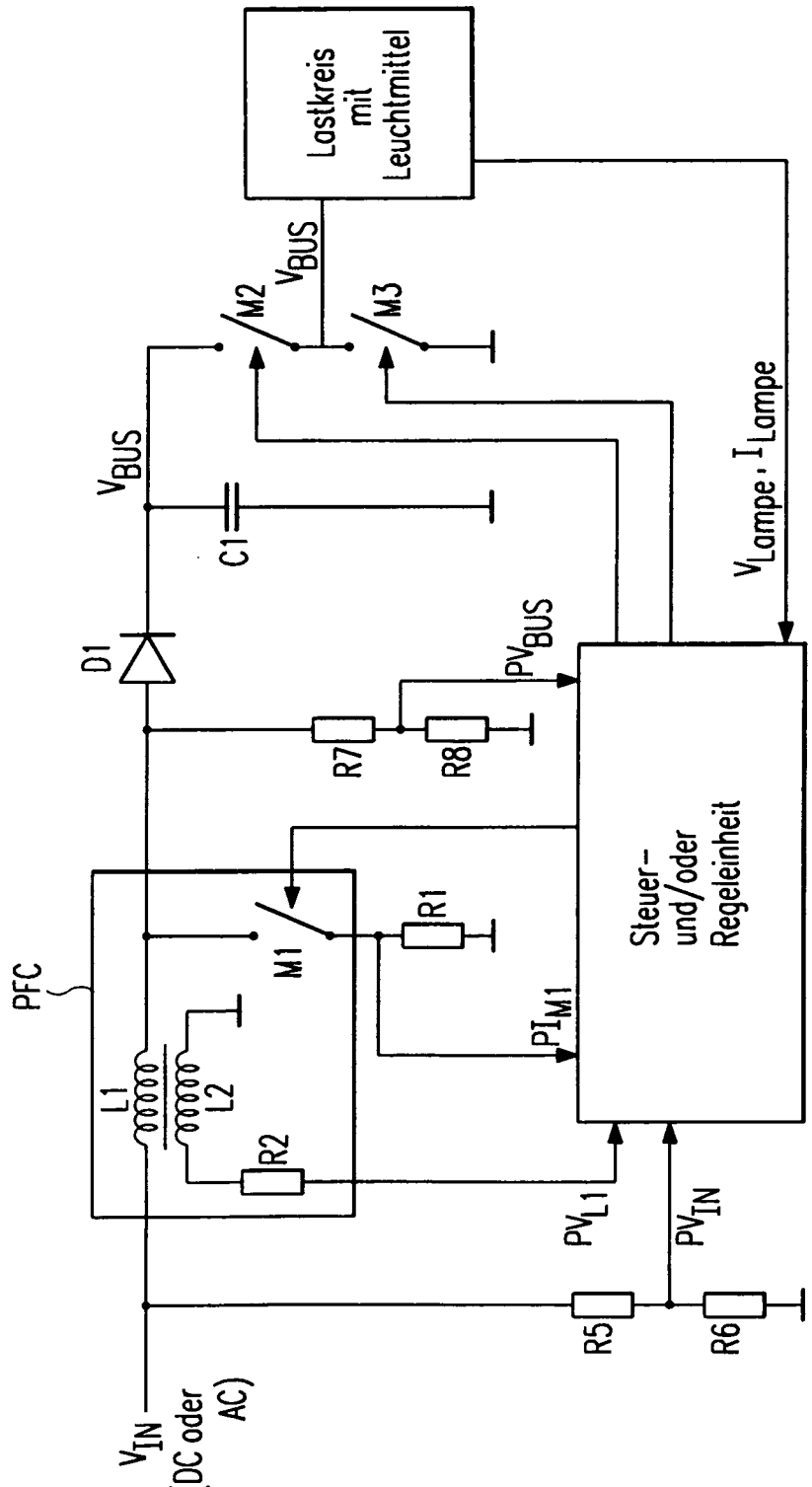

Lastkreis mit Leuchtmittel
V_{BUS}
M2
M3
V_{BUS}
C1
D1
V_{Lampe}, I_{Lampe}
PV_{BUS}
R7
R8
Steuer- und/oder Regeleinheit
PFC
M1
R1
PI_{M1}
L1
L2
R2
PV_{L1}
PV_{IN}
R5
R6
V_{IN} (DC oder AC)

Fig. 2

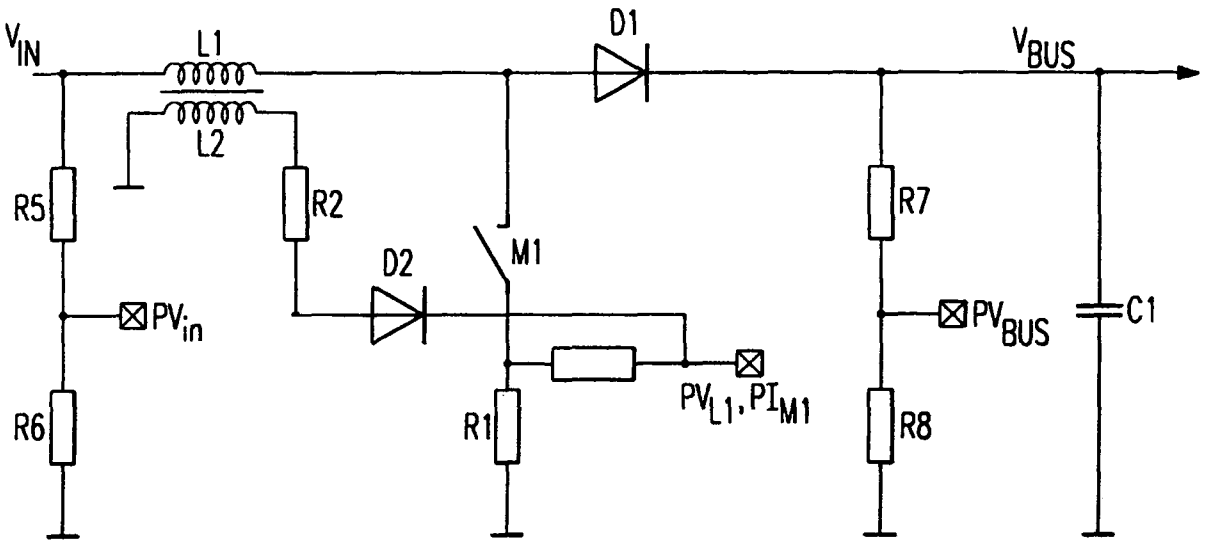

V_IN
L1
L2
D1
V_BUS
R5
R2
D2
M1
R7
PV_in
PV_BUS
C1
R6
R1
PV_L1, PI_M1
R8

Fig. 3

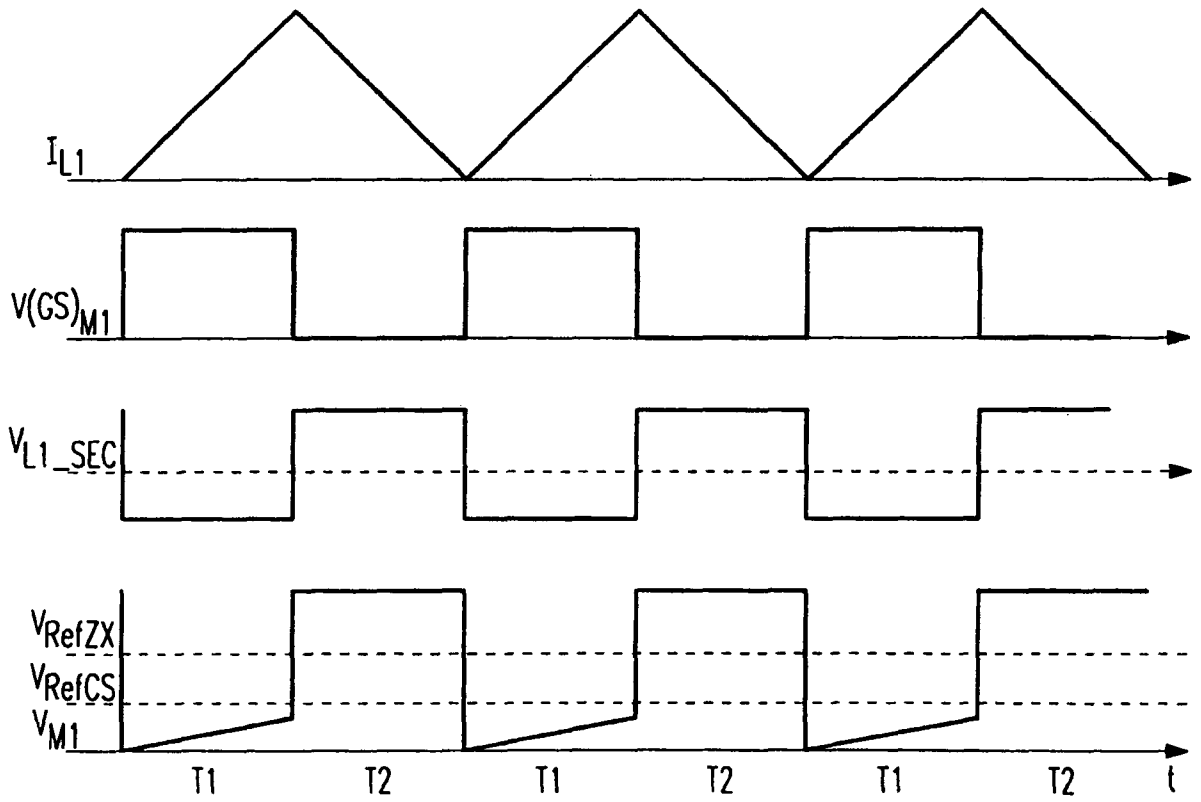

I_L1
V(GS)_M1
V_L1_SEC
V_RefZX
V_RefCS
V_M1
T1
T2
T1
T2
T1
T2
t

Fig. 4

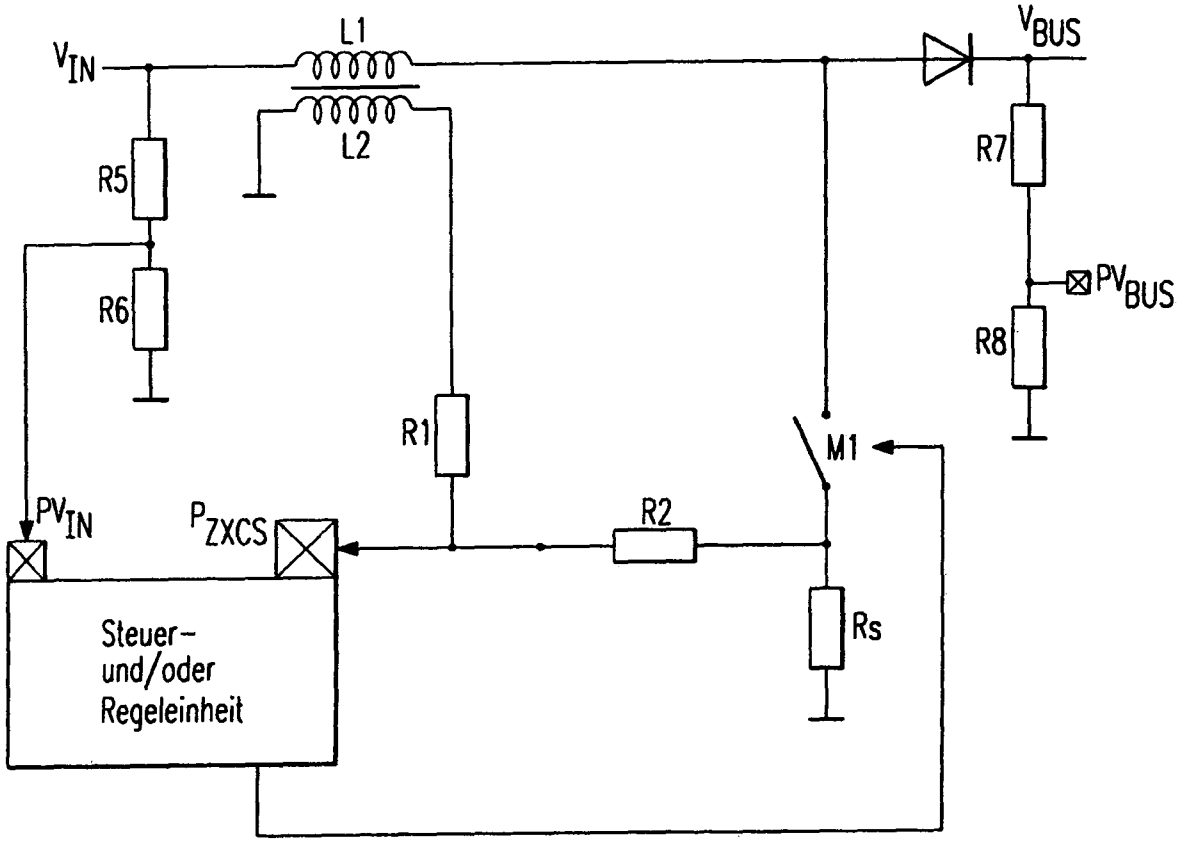

L1
V_{IN}
V_{BUS}
L2
R5
R7
R6
PV_{BUS}
R8
R1
M1
PV_{IN}
P_{ZXCS}
R2
Rs
Steuer-
und/oder
Regeleinheit

Fig. 5

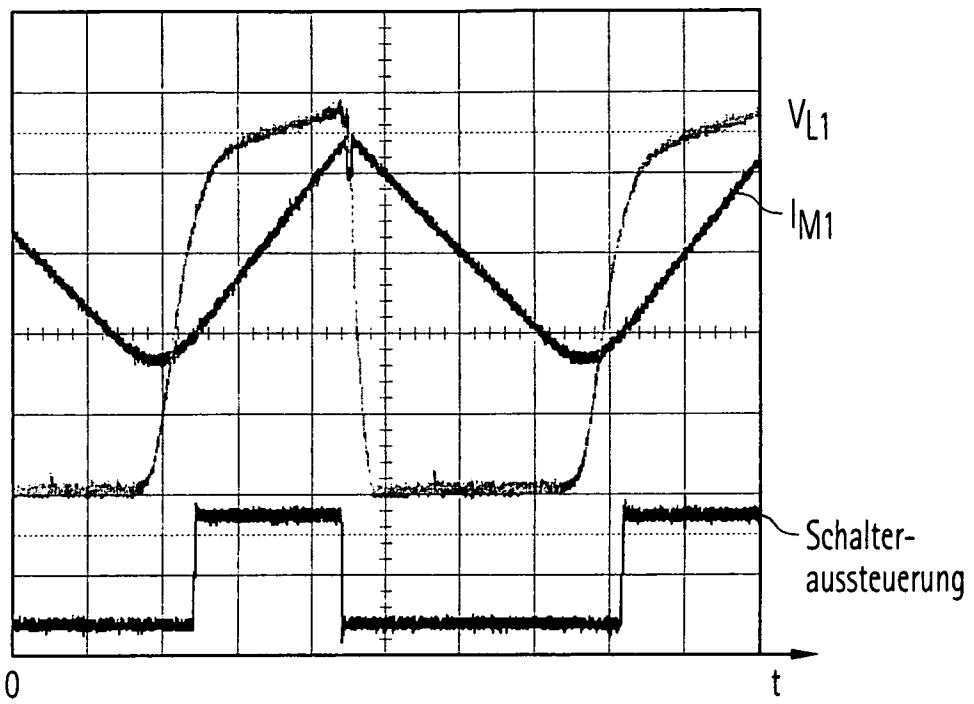


Fig. 6

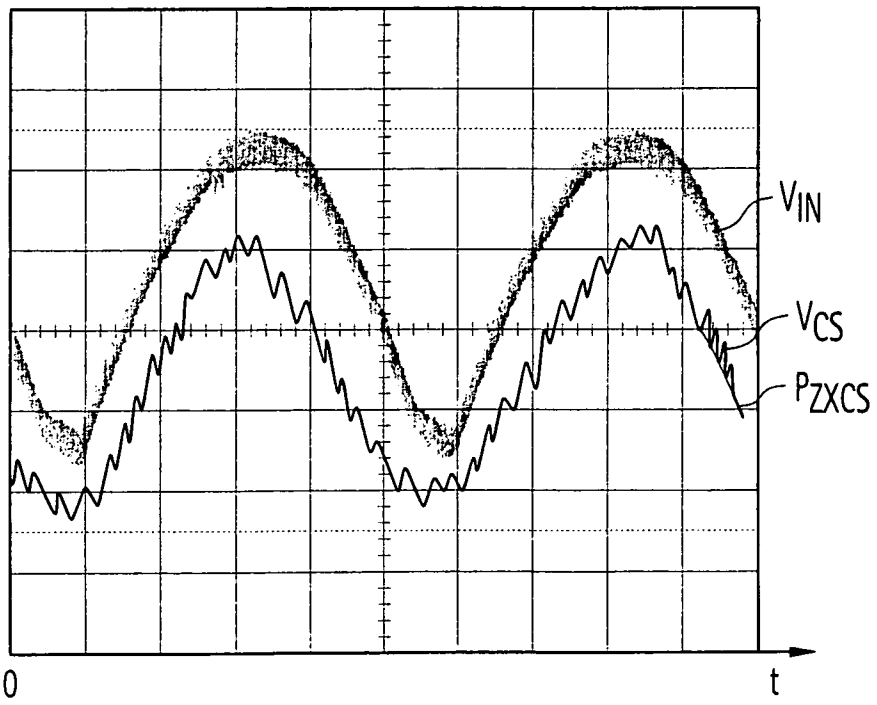


Fig. 7

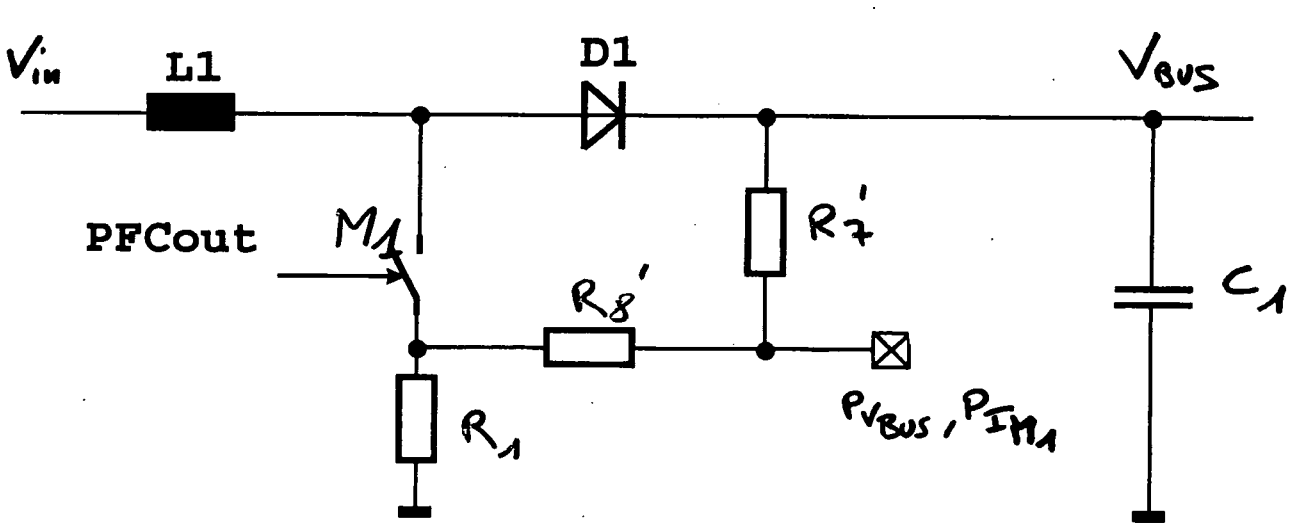


Fig. 8

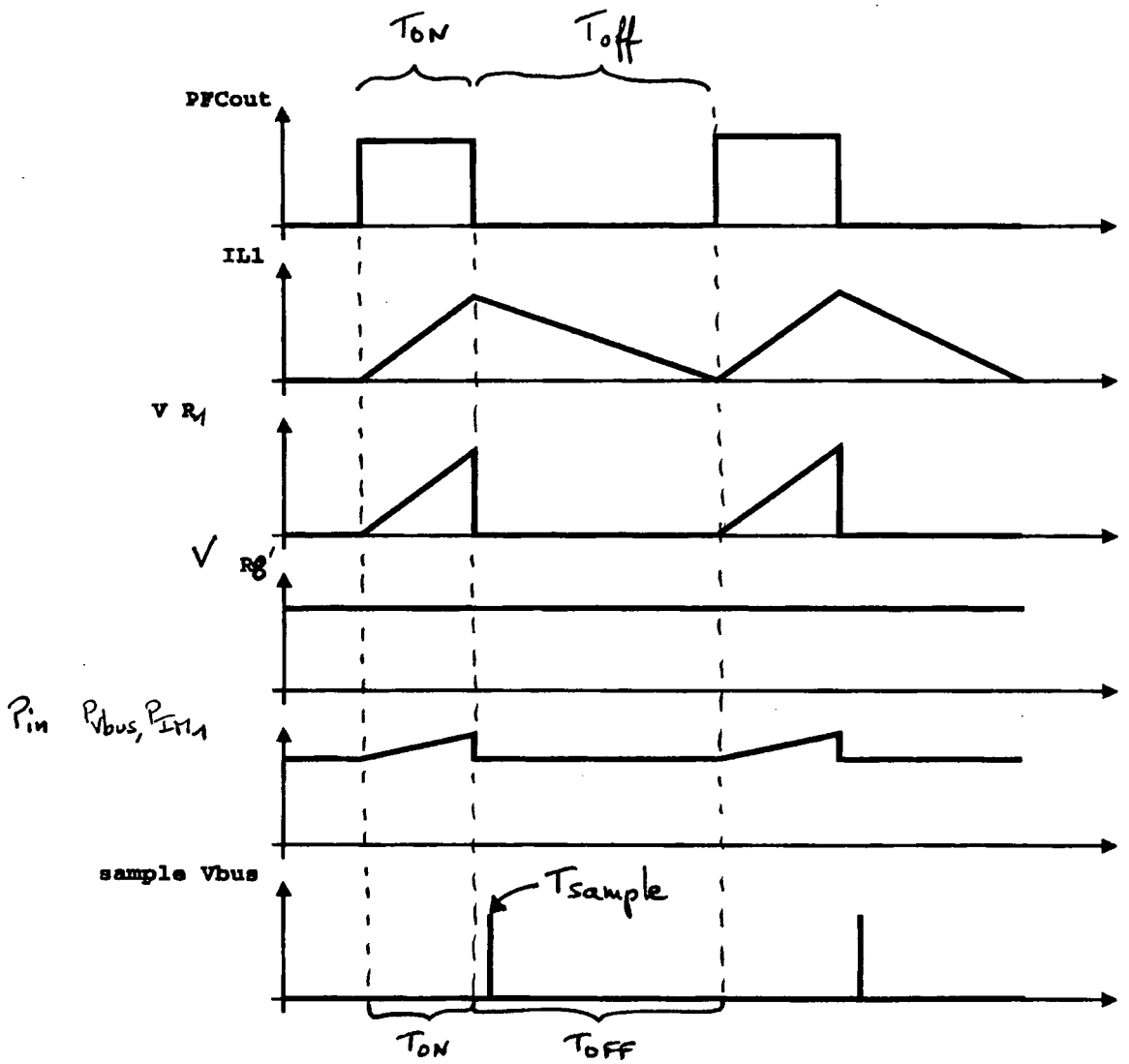

TON
Toff
PFCout
IL1
V R1
V RS'
Pin PVbus, PITL1
sample Vbus
Tsample
TON
TOFF

Fig. 9

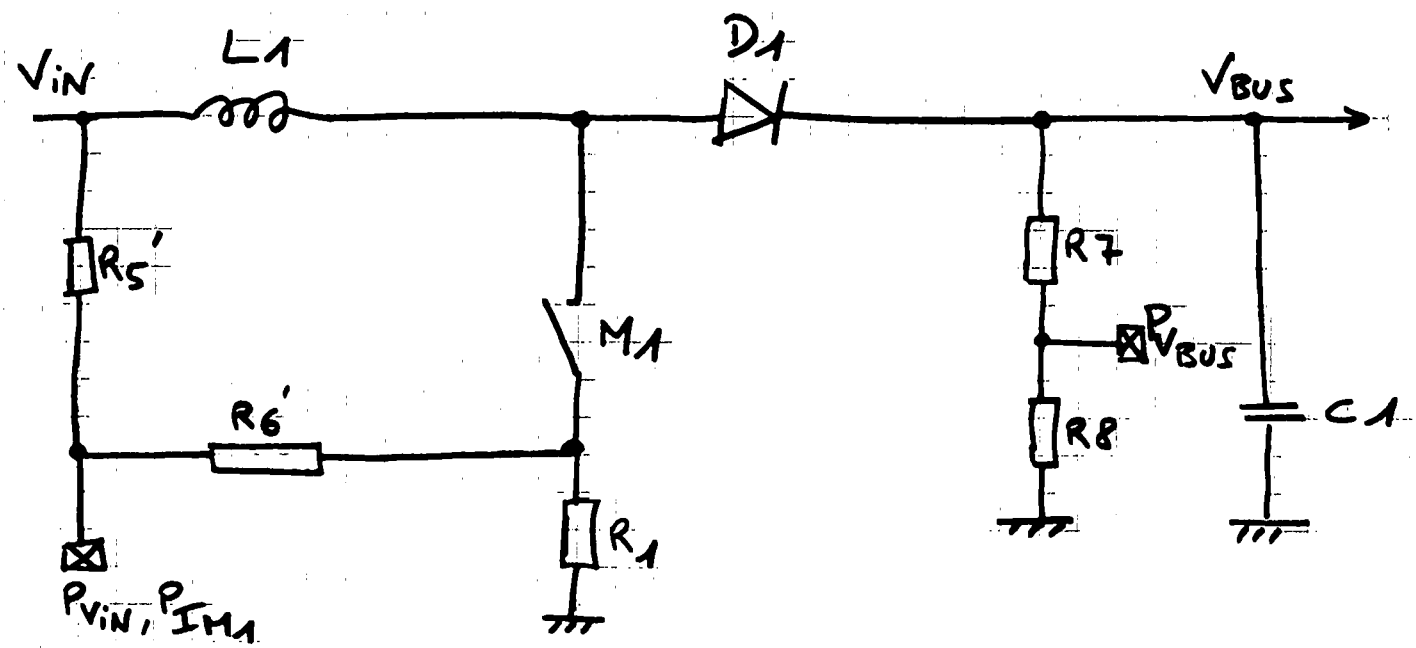


Fig. 10

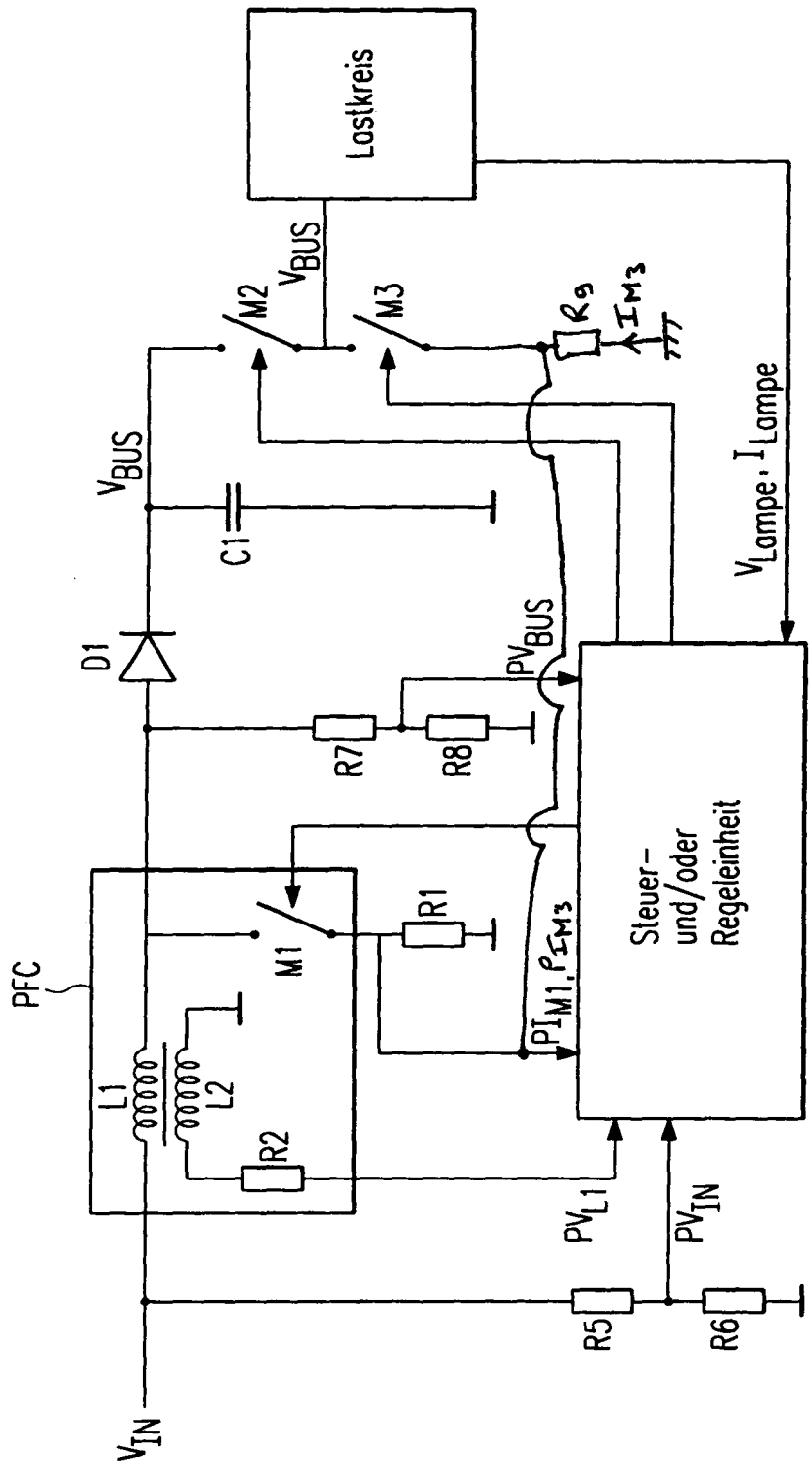

Lastkreis
V_{BUS}
M2
M3
R9
I_{M3}
V_{BUS}
C1
D1
PV_{BUS}
V_{Lampe}, I_{Lampe}
R7
R8
Steuer- und/oder Regeleinheit
PFC
M1
R1
PI_{M1}, P_{IM3}
L1
L2
R2
PV_{L1}
PV_{IN}
R5
R6
V_{IN}

Fig. 11