



(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2002 Patentblatt 2002/31

(51) Int Cl.7: H05B 41/392, H05B 41/282

(21) Anmeldenummer: 01129890.8

(22) Anmeldetag: 14.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: Patent-Treuhand-Gesellschaft für
elektrische Glühlampen mbH
81543 München (DE)

(72) Erfinder: Krummel, Peter
83301 Traunreut (DE)

(30) Priorität: 23.01.2001 DE 10102940

(54) Mikrocontroller, Schaltnetzteil und Vorschaltgerät zum Betrieb mindestens einer elektrischen Lampe

(57) Die Erfindung betrifft einen Mikrocontroller (MC) mit mindestens einer Einrichtung (G) zur Erzeugung pulsweiten- oder frequenzmodulierter Steuersignale für ein Schaltnetzteil. Erfindungsgemäß besitzt diese Einrichtung (G) eine Vorrichtung (SQ1, SS1) zum abwechselnden Laden und Entladen eines mit dem Mikrocontroller (MC) verbindbaren elektrischen Ladungsspeichers (C27), Steuermittel für diese Vorrichtung (SQ1, SS1) zum Steuern der Lade- und Entladevorgänge und Auswertungsmittel, um die Zeitspannen, die für die einzelnen Lade- und Entladevorgänge benötigt werden, zur Erzeugung von pulsweiten- oder frequenzmodulierten Steuersignalen auszuwerten. Der erfindungs-

gemäße Mikrocontroller (MC) generiert fein abgestufte, frequenzmodulierte oder pulsweitenmodulierte Steuersignale, die unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers (MC) sind.

Die Erfindung betrifft ferner ein Schaltnetzteil mit einem derartigen Mikrocontroller (MC) und ein Elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb mindestens einer elektrischen Lampe sowie ein Betriebsverfahren für elektrische Lampen. Die frequenzoder pulsweitenmodulierten Steuersignale für die Wechselrichtertransistoren (V2, V3), für den Hochsetzstellertransistor (V1) und für den Transistor (V4) der Lampenelektrodenheizvorrichtung des Vorschaltgerätes werden unmittelbar von dem Mikrocontroller (MC) generiert.

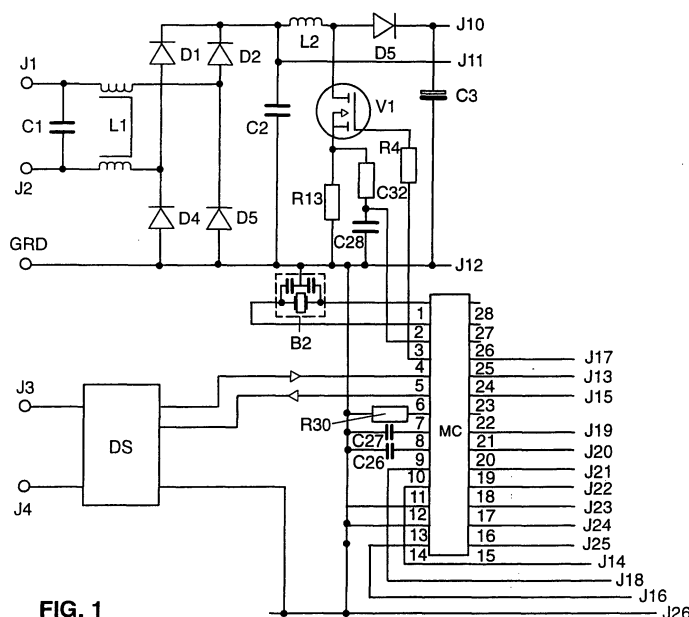


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mikrocontroller gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Schaltnetzteil gemäß dem Patentanspruch 10, ein Vorschaltgerät für mindestens eine elektrische Lampe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11 und ein Verfahren zum Betreiben mindestens einer elektrischen Lampe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 25.

I. Technisches Gebiet

[0002] Insbesondere betrifft die Erfindung einen Mikrocontroller, der zur Ansteuerung der Schalttransistoren eines Schaltnetzteils und zwar vorzugsweise eines Schaltnetzteils zum Betrieb von elektrischen Lampen vorgesehen ist. Bei den üblicherweise zum Betrieb von elektrischen Lampen eingesetzten Schaltnetzteilen handelt es sich um Wechselrichter, insbesondere Halbbrücken-, Vollbrücken- und Push-Pull-Wechselrichter, sowie um Hochsetzsteller und Tiefsetzsteller. Moderne elektronische Vorschaltgeräte zum Betrieb von elektrischen Lampen weisen in der Regel einen Wechselrichter zur Erzeugung eines hochfrequenten Wechselstroms für den Lampenbetrieb und oftmals auch einen Hochsetzsteller als Gleichspannungsversorgung für den Wechselrichter auf. Die Ansteuerung der Schalttransistoren des Wechselrichters und des Hochsetzstellers wird mittels Treiberschaltungen durchgeführt, die als in Analogtechnik ausgeführte integrierte Schaltkreise ausgebildet sind. Zusätzlich enthalten moderne elektronische Vorschaltgeräte für elektrische Lampen auch einen Mikrocontroller, der in der Regel zur Kommunikation mit einer außerhalb des Vorschaltgerätes angeordneten Steuereinheit und zur Auswertung der Steuerbefehle dieser Steuereinheit für den Lampenbetrieb sowie zur Überwachung des Lampenbetriebs dient.

II. Stand der Technik

[0003] Die europäische Offenlegungsschrift EP 0 708 579 A1 offenbart eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe an einem Wechselrichter, dessen Schalttransistoren mittels eines Mikrocontrollers und eines nachgeschalteten integrierten Treiber-Schaltkreises mit pulswidenmodulierten Steuersignalen beaufschlagt werden. Die pulswidenmodulierten Steuersignale werden mit Hilfe des im Mikrocontrollers implementierten Auto-Reload-Timers generiert. Im Prinzip handelt es sich hierbei um ein Zählwerk, das mit der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers arbeitet. Beim Zählvorgang werden das Erreichen eines Referenzwertes und der Überlauf des Zählwerks überwacht. Während die Zeitspanne, die zum Erreichen des Referenzwertes benötigt wird, liegt der Ausgang des Auto-Reload-Timers auf dem Logikpegel "High" und während der Zeitspanne, die das Zählwerk zum Zählen

ausgehend von dem Referenzwert bis zum Zählerüberlauf benötigt, liegt der Ausgang des Auto-Reload-Timers auf dem Logikpegel "Low". Auf diese Weise werden mit Hilfe des Mikrocontrollers pulswidenmodulierte Steuersignale für den Wechselrichter erzeugt, um in einem kleinen Frequenzbereich mit einer vergleichsweise geringen Anzahl von diskreten Frequenzen einen Lampenbetrieb mit einer frequenzmodulierten Spannung zu ermöglichen.

[0004] Allerdings können auf diese Weise mit kostengünstigen Mikrocontrollern keine fein abgestufte Pulswidenmodulationssteuerung und keine fein abgestufte Frequenzsteuerung des Wechselrichters durchgeführt werden, weil die kleinstmögliche, einstellbare Änderung der Pulsweite oder der Frequenz des Steuersignals, die mit dem oben erläuterten Zählwerk generierbar ist, von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers und von der Speichergroße des Zählwerks begrenzt wird. Um beispielsweise den Dimmbetrieb von Leuchtstofflampen an einem elektronischen Vorschaltgerät mittels Frequenzmodulation des Lampenstroms zu ermöglichen, sind in dem Frequenzbereich von ca. 30 kHz bis 100 kHz Frequenzänderungen in Schritten von ungefähr 50 Hz erforderlich. Wenn diese Frequenzmodulation mit Hilfe des Auto-Reload-Timers eines Mikrocontrollers generiert werden soll, wird hierfür ein Mikrocontroller mit einer Arbeitstaktfrequenz von mehr als 100 MHz benötigt. Solche Mikrocontroller können aber aus Kostengründen in elektronische Vorschaltgeräte für den Lampenbetrieb nicht eingesetzt werden.

III. Darstellung der Erfindung

[0005] Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Mikrocontroller mit einer verbesserten Einrichtung zur Pulswidenmodulationssteuerung und/oder Frequenzsteuerung eines Schaltnetzteils bereitzustellen.

[0006] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein mit einem Mikrocontroller versehenes Schaltnetzteil mit einer verbesserten Ansteuerung der Schaltmittel des Schaltnetzteils bereitzustellen.

[0007] Außerdem ist es die Aufgabe der Erfindung, ein mit einem Wechselrichter ausgestattetes Vorschaltgerät zum Betrieb mindestens einer elektrischen Lampe bereitzustellen, das mit Hilfe eines Mikrocontrollers eine fein abgestufte Frequenzsteuerung und / oder Pulswidenmodulationssteuerung der Schaltmittel des Wechselrichters ermöglicht.

[0008] Ferner ist es die Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Erzeugung von Frequenzsteuersignalen und / oder Pulswidenmodulationssteuersignalen für die Schaltmittel eines Wechselrichters eines Vorschaltgerätes zum Betreiben von elektrischen Lampen mittels eines Mikrocontrollers anzugeben.

[0009] Die vorgenannten Aufgaben der Erfindung werden durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 10, 11 beziehungsweise 25 gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhän-

gigen Patentansprüchen beschrieben.

[0010] Der erfindungsgemäße Mikrocontroller besitzt mindestens eine Einrichtung zur Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung eines Schaltnetzteils, wobei diese Einrichtung

- eine Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines mit dem Mikrocontroller verbindbaren oder in den Mikrocontroller integrierten Ladungsspeichers aufweist,
- Steuermittel für die Vorrichtung zum Steuern der Ladevorgänge und / oder der Entladevorgänge aufweist, und
- Auswertungsmittel aufweist, die dazu dienen, die zum Umladen des Ladungsspeichers zwischen unterschiedlichen Ladezuständen erforderlichen Zeitspannen auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Pulsweitenmodulationssteuersignal und / oder Frequenzsteuersignal zu erzeugen.

[0011] Die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers und ihre Steuermittel ermöglichen es, bei einem Ladungsspeicher einander abwechselnde kontrollierte Ladevorgänge und Entladevorgänge durchzuführen und mit Hilfe der Auswertungsmittel die Zeitspannen, die für das teilweise Laden beziehungsweise Entladen des Ladungsspeichers benötigt werden, auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Pulsweitenmodulationssteuersignal und / oder Frequenzsteuersignal zu erzeugen. Selbst wenn der erfindungsgemäße Mikrocontroller nur eine geringe Arbeitstaktfrequenz besitzt, kann mit ihm eine fein abgestufte Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung eines Schaltnetzteils realisiert werden, weil die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers arbeitet.

[0012] Vorteilhafterweise umfasst die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers eine steuerbare Stromquelle zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers mit einem einstellbaren Lade Strom und eine steuerbare Stromsenke zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers mit einem einstellbaren Entladestrom. Die einzelnen Lade- und Entladevorgänge können dadurch unabhängig voneinander gesteuert werden. Außerdem lassen sich die steuerbare Stromquelle und Stromsenke in bekannter Weise mittels der Halbleitertechnologie herstellen und in den Mikrocontroller integrieren. Um eine sehr feine Abstufung der Pulsweitenmodulationssteuersignale und / oder Frequenzsteuersignale zu ermöglichen, sind die steuerbare Stromquelle und die steuerbare Stromsenke derart ausgebildet, dass ihre Einstellungen in Bezug auf einen Referenzstrompegel jeweils mit einer Auflösung von mindestens 8 Bit variierbar sind. Der Referenzstrompegel für den Lade- und den Entladestrom wird dabei vorteilhafterweise mit Hilfe eines ohmschen Widerstandes vorgegeben. Als Steuermittel für die Vor-

richtung zum Als Steuermittel für die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers ist vorteilhafterweise mindestens ein Schreib-Lese-Speicher vorgesehen. Der Inhalt des Schreib-Lese-Speichers kann fortlaufend, beispielsweise programmgesteuert, aktualisiert werden und zur Steuerung der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers gelesen werden. Die Steuermittel umfassen vorteilhafterweise ein Schaltmittel, das zum Umschalten der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Laden zu Entladen des Ladungsspeichers bei Erreichen eines ersten Spannungswertes und zum Umschalten der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden des Ladungsspeichers bei Erreichen eines zweiten, geringeren Spannungswertes dient. Mit Hilfe des Schaltmittels wird die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers auf einfache Weise zu einander abwechselnden Lade- und Entladevorgänge gezwungen, so dass der Ladezustand des Ladungsspeichers einer fortwährenden Oszillation unterworfen ist, die zur Erzeugung von Frequenzsteuersignalen und / oder Pulsweitenmodulationssteuersignalen auswertbar ist. Der erste oder der zweite Spannungswert sind vorteilhafterweise mittels eines Schreib-Lese-Speichers einstellbar. Dadurch kann die vorgenannte Oszillation des Ladezustandes des Ladungsspeichers programmgesteuert beeinflusst werden.

[0013] Vorteilhafterweise weist der erfindungsgemäße Mikrocontroller einen Frequenzteiler oder einen Impulsteiler auf, der dazu dient, an seinem Eingang das Umschalten der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden oder von Laden zu Entladen zu detektieren und das Eingangssignal in Signale zur alternierenden Steuerung von abwechselnd schaltenden Schaltmittels des Schaltnetzteils aufzuteilen. Mit Hilfe des Frequenzteilers oder Impulsteilers kann die Oszillation des Ladezustandes des Ladungsspeichers zur Erzeugung von Frequenzsteuersignalen und / oder Pulsweitenmodulationssteuersignalen für die Schaltmittel eines Schaltnetzteils mit alternierend schaltenden Schaltmitteln ausgewertet werden.

[0014] Der erfindungsgemäße Mikrocontroller besitzt außerdem vorteilhafterweise Schnittstellen zur Erfassung externer Signale oder Daten und weist eine Einrichtung zur Auswertung der externen Signale oder Daten und zur programmgesteuerten Ermittlung von Stellwerten zur Steuerung der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers auf. Dadurch kann eine Regelschleife für die Oszillation des Ladezustandes des Ladungsspeichers in Abhängigkeit von externen Betriebsparametern und den davon abgeleiteten Stellwerten realisiert werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Schaltnetzteil zeichnet sich durch einen Mikrocontroller nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 aus. Im Unterschied zu

den bisher üblichen Schaltnetzteilen, werden bei dem erfindungsgemäßen Schaltnetzteil die Signale zur Pulsweitenmodulation beziehungsweise zur Frequenzsteuerung der Schalttransistoren des Schaltnetzteils von dem Mikrocontroller generiert. Die entsprechenden Steuersignale werden vom Mikrocontroller direkt oder gegebenenfalls über Treiberschaltungen an die Steuerelektroden der Schalttransistoren des Schaltnetzteils weitergeleitet. Wie bereits oben erwähnt wurde, sind diese Steuersignale unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers.

[0016] Das erfindungsgemäße Vorschaltgerät zum Betrieb mindestens einer elektrischen Lampe besitzt einen Wechselrichter, mindestens einen an den Wechselrichter gekoppelten Lastkreis mit Anschlüssen für die mindestens eine elektrische Lampe, eine Steuerschaltung zur Steuerung der Schaltmittel des Wechselrichters und eine Gleichspannungsversorgungsschaltung für den Wechselrichter, wobei die Steuerschaltung einen Mikrocontroller mit einer Einrichtung zur Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung der Schaltmittel des Wechselrichters umfasst. Erfindungsgemäß weist die Einrichtung zur Pulsweitenmodulationssteuerung und/oder Frequenzsteuerung der Schaltmittel des Wechselrichters

- eine Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers,
- Steuermittel für die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen des Ladungsspeichers, die zum Steuern der Ladevorgänge und / oder der Entladevorgänge dienen, und
- Auswertungsmittel auf, die dazu dienen, die Dauer der abwechselnden Lade- und Entladevorgänge des Ladungsspeichers auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Frequenzsteuersignal und/oder ein Pulsweitenmodulationssteuersignal zur Steuerung der Schaltmittel des Wechselrichters zu erzeugen.

[0017] Die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers, der Ladungsspeicher und die Steuermittel für die Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers bilden einen Oszillator, der unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers arbeitet. Die Oszillationen des Ladezustands des Ladungsspeichers werden mit Hilfe der Auswertungsmittel zur Erzeugung von Frequenzsteuersignalen und / oder Pulsweitenmodulationssteuersignalen für den Wechselrichter ausgewertet.

[0018] Durch die obengenannten Merkmale des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes wird es möglich, mit Hilfe eines relativ einfachen und kostengünstigen Mikrocontrollers alle wesentlichen Steuerfunktionen eines modernen, dimmbaren Vorschaltgerätes zu realisieren. Insbesondere sind das die Leistungsfaktorkorrektur, die Steuerung des Wechselrichters, die Steuerung der

Lampenelektrodenheizung, die Regelung des Lastkreises, die Helligkeitssteuerung der Lampen und die Überwachung des Lampenbetriebs. Gegenüber den bisher üblichen Vorschaltgeräten, die entweder einen freischwingenden Wechselrichter oder einen mittels eines Integrierten Schaltkreises fremdgesteuerten Wechselrichter aufweisen und eine Überwachung des Lampenbetriebs nur mit zahlreichen zusätzlichen Bauteilen gewährleisten können, kommt das erfindungsgemäße Vorschaltgerät mit vergleichsweise wenigen zusätzlichen Bauteilen aus. Die meisten Funktionen werden bei dem erfindungsgemäßen Vorschaltgerät von dem Mikrocontroller übernommen. Besonders einfach lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Vorschaltgerät beispielsweise die End-of-Life-Überwachung der Lampe realisieren, die bei den Vorschaltgeräten gemäß dem Stand der Technik sehr aufwendig und teuer ist.

[0019] Zur abwechselnden Steuerung der Schaltmittel des Wechselrichters weist die Einrichtung zur Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung vorteilhafterweise einen Frequenzteiler oder einen Impulsteiler auf, der an seinem Eingang das Umschalten der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden oder von Laden zu Entladen des Ladungsspeichers detektiert und das Eingangssignal in Signale zur alternierenden Steuerung der Schaltmittel des Wechselrichters aufteilt.

[0020] Um die Lampenelektroden mit einem Heizstrom zu beaufschlagen, besitzt das erfindungsgemäße Vorschaltgerät vorteilhafterweise eine mit einem steuerbaren Schaltmittel ausgestattete Heizvorrichtung und der Mikrocontroller weist einen Komparator auf, der den Ladezustand des Ladespeichers mit einem Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung vergleicht und der zum Erzeugen eines Steuersignals zur Pulsweitenmodulation des steuerbaren Schaltmittels der Heizvorrichtung dient. Dadurch kann die Oszillation des oben erläuterten Oszillators nicht nur zur Steuerung des Wechselrichters, sondern zusätzlich auch zur Regelung des Heizstroms für die Lampenelektroden ausgewertet werden. Der Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung ist vorteilhafterweise mittels eines Schreib-Lese-Speichers einstellbar, um den Heizstrom für die Lampenelektroden an die unterschiedlichen Betriebszustände der Lampe anpassen zu können. Der Mikrocontroller weist außerdem vorteilhafterweise Synchronisationsmittel zur Synchronisierung des steuerbaren Schaltmittels der Heizvorrichtung mit einem Schaltmittel des Wechselrichters auf. Dadurch vereinfacht sich die Ansteuerung des Schaltmittels der Heizvorrichtung. Außerdem wird dadurch das Schwingverhalten des Wechselrichters positiv beeinflusst.

[0021] Bei dem erfindungsgemäßen Vorschaltgerät weist die Gleichspannungsversorgungsschaltung des Wechselrichters vorteilhafterweise einen Hochsetzsteller zur Leistungsfaktorkorrektur und / oder zum Erzielen einer möglichst sinusförmigen Netzstromentnahme auf,

und der Mikrocontroller ist mit einer zweiten Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines zweiten Ladungsspeichers sowie mit zweiten Steuermitteln für diese zweite Vorrichtung zum Steuern der Lade- und / oder Entladevorgänge ausgestattet. Die zweite Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers, der zweite Ladungsspeicher und die zweiten Steuermittel für diese zweite Vorrichtung bilden einen zweiten Oszillator, der ebenfalls unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers arbeitet. Der Mikrocontroller ist außerdem mit zweiten Auswertungsmitteln ausgestattet, die dazu dienen, die Oszillationen des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers zur Erzeugung von Pulsweitenmodulationssteuersignalen und/oder Frequenzsteuersignalen für das steuerbare Schaltmittel des Hochsetzstellers auszuwerten. Insbesondere werden hierfür die zum Umladen des zweiten Ladungsspeichers zwischen unterschiedlichen Ladezuständen erforderlichen Zeitspannen ausgewertet. Der Mikrocontroller übernimmt damit zusätzlich auch die Steuerung des Hochsetzstellers.

[0022] Um die Oszillationen des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers zur Erzeugung von Pulsweitenmodulationssteuersignalen und/oder Frequenzsteuersignalen auszuwerten, weisen die zweiten Auswertungsmittel vorteilhafterweise einen ersten Komparator zum Vergleich des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers mit einem ersten Spannungswert und einen zweiten Komparator zum Vergleich des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers mit einem zweiten, niedrigeren Spannungswert auf, und die zweiten Steuermittel besitzen vorteilhafterweise Schaltmittel, die zum Umschalten der zweiten Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Laden zu Entladen des zweiten Ladungsspeichers bei Erreichen des ersten Spannungswertes und zum Umschalten der zweiten Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden des zweiten Ladungsspeichers bei Erreichen des zweiten, geringeren Spannungswertes dienen. Vorteilhafterweise ist der erste oder zweite Spannungswert mittels eines Schreib-Lese-Speichers einstellbar. Dadurch kann der erste oder zweite Spannungswert, beispielsweise mittels eines vom Mikrocontroller ausgeführten Programms, verändert werden und zur Steuerung der zweiten Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers gespeichert werden.

[0023] Die beiden Vorrichtungen zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers weisen vorteilhafterweise jeweils eine steuerbare Stromquelle zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers bzw. des zweiten Ladungsspeichers mit einem einstellbaren Ladestrom und jeweils eine steuerbare Stromsenke zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers bzw. des zweiten Ladungsspeichers mit einem einstellbaren Entladestrom auf. Die steuerbaren Stromquellen und Stromsenken lassen sich auf bekannte Weise mit Hilfe

der Halbleitertechnologie herstellen und in den Mikrocontroller integrieren. Die beiden Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers können dadurch mit einfachen Mitteln als Bestandteil des Mikrocontrollers hergestellt werden. Um eine feine Abstufung der Frequenzsteuersignale oder der Pulsweitenmodulationssteuersignale zu gewährleisten, sind die Einstellungen der steuerbaren Stromquellen und Stromsenken in Bezug auf einen Referenzstrompegel jeweils mit einer Auflösung von mindestens 8 Bit variierbar. Der vorgenannte Referenzstrompegel für den Ladestrom und den Entladestrom ist vorteilhafterweise mittels eines ohmschen Widerstandes vorgebar. Dadurch ist es möglich, die Steuerung des Wechselrichters durch entsprechende Dimensionierung des ohmschen Widerstandes an unterschiedliche Netzspannungen anzupassen. Um Bauteile einzusparen, wird vorzugsweise außerdem nur ein einziger ohmscher Widerstand zur Vorgabe desselben Referenzstrompegels für die Lade- und Entladeströme der beiden Ladungsspeicher verwendet.

[0024] Der Mikrocontroller des erfindungsgemäßen Vorschaltgeräts besitzt vorteilhafterweise mindestens ein setzbares und rücksetzbares Statusbit, über das mindestens ein steuerbares Schaltmittel des Wechselrichters aktivierbar und deaktivierbar ist. Mit Hilfe dieses Statusbits kann auf einfache Weise eine Abschaltung des Wechselrichters bei defekter Lampe oder eine End-of-Life-Überwachung der Lampe realisiert werden. Stattdessen kann natürlich auch das steuerbare Schaltmittel des Hochsetzstellers und damit die Spannungsversorgung des Wechselrichters mittels des Statusbits deaktiviert werden, um auf einfache Weise eine Sicherheitsabschaltung des Vorschaltgerätes zu realisieren. Vorteilhafterweise besitzt der Mikrocontroller ein oder mehrere weitere setzbare und rücksetzbare Statusbits, um die Pulsweitenmodulationssteuerung des Hochsetzstellers oder des Wechselrichters wahlweise aus- oder einschalten zu können. Dadurch ist es möglich, die steuerbaren Schaltmittel des Hochsetzstellers und des Wechselrichters wahlweise ausschließlich mit Frequenzsteuersignalen oder Pulsweitenmodulationssteuersignalen oder mit Frequenzsteuersignalen und Pulsweitenmodulationssteuersignalen zu beaufschlagen.

[0025] Der Mikrocontroller des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes ist vorteilhafterweise mit Schnittstellen zur Erfassung von Betriebsparametern des Hochsetzstellers oder des Wechselrichters oder der mindestens einen elektrischen Lampe versehen, um mittels einer programmgesteuerten Einrichtung des Mikrocontrollers die Betriebsparameter auszuwerten und Stellwerte für die Steuerung der Vorrichtungen zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers zu erzeugen oder den Referenzwert für die Lampen-elektrodenheizung oder den ersten bzw. zweiten Referenzwert für die Steuerung des Hochsetzstellers zu ermitteln. Vorzugsweise ist der Mikrocontroller mit Schnittstellen zur Erfassung mindestens eines Betriebspara-

mers des Hochsetzstellers, des Wechselrichters und des Lastkreises bzw. der mindestens einen elektrischen Lampe versehen. Dadurch können Regelschleifen für den Hochsetzsteller, den Wechselrichter und den Lastkreis mit der Lampe aufgebaut werden.

[0026] Das erfindungsgemäße Vorschaltgerät besitzt vorteilhafterweise Anschlüsse und Mittel zur Kommunikation mit einer extern angeordneten Steuervorrichtung, die wiederum an Schnittstellen des Mikrocontrollers gekoppelt sind. Dadurch ist das erfindungsgemäße Vorschaltgerät auf den Empfang und die Verarbeitung von Steuerbefehlen einer externen Steuervorrichtung sowie an die Aussendung von Statusmeldungen an die externe Steuervorrichtung vorbereitet. Diese Prozesse werden ebenfalls von dem Mikrocontroller des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes kontrolliert.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben mindestens einer elektrischen Lampe an einem Vorschaltgerät, das einen Wechselrichter mit einer einen Mikrocontroller enthaltenden Steuerschaltung für die Schaltmittel des Wechselrichters und mindestens einen an den Wechselrichter gekoppelten Lastkreis mit Anschlüssen für die mindestens eine Lampe besitzt, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass mit Hilfe des Mikrocontrollers ein Ladungsspeicher abwechselnd mit einem Ladestrom und einem Entladestrom beaufschlagt wird, und die Dauer der abwechselnden Lade- und Entladevorgänge des Ladungsspeichers ausgewertet wird und in Abhängigkeit davon ein Frequenzsteuersignal oder / und ein Pulsweitenmodulationssteuersignal zur alternierenden Steuerung der Schaltmittel des Wechselrichters erzeugt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers mit Hilfe des Mikrocontrollers Steuersignale zur Frequenzsteuerung oder / und zur Pulsweitenmodulation des Wechselrichters zu generieren. Dadurch kann ein vergleichsweise kostengünstiger Mikrocontroller, das heißt, ein Mikrocontroller mit einer niedrigen Arbeitstaktfrequenz, in dem erfindungsgemäßen Vorschaltgerät zur Realisierung aller wesentlichen Steuerfunktionen verwendet werden.

[0028] Um die Schaltmittel des Wechselrichters abwechselnd anzusteuern, wird vorteilhafterweise ein Frequenzteiler oder ein Impulsteiler verwendet, der das Umschalten der Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden des Ladungsspeichers oder von Laden zu Entladen des Ladungsspeichers detektiert.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht auch eine Heizung der Lampenelektroden, indem der Heizstrom für die Lampenelektroden mittels eines steuerbaren Schaltmittels geregelt wird. Vorteilhafterweise werden die Signale zur pulsweitenmodulierten Steuerung des steuerbaren Schaltmittels der Heizvorrichtung mit Hilfe eines Komparators generiert, der den Ladezustand des Ladungsspeichers mit einem Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung vergleicht. Auf diese

Weise können sowohl für die Schaltmittel des Wechselrichters als auch für das steuerbare Schaltmittel der Heizvorrichtung Frequenzsteuersignale oder / und Pulsweitenmodulationssteuersignale erzeugt werden, indem die Dauer der Lade- und Entladevorgänge des Ladungsspeichers ausgewertet wird. Der Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit von der gewünschten Heizleistung eingestellt und in einem Schreib-Lese-Speicher des Mikrocontrollers gespeichert. Die Heizleistung kann dadurch programmgesteuert mittels des Mikrocontrollers eingestellt werden. Außerdem wird das steuerbare Schaltmittel zur Regelung des Heizstroms vorteilhafterweise synchron mit einem Schaltmittel des Wechselrichters eingeschaltet. Dadurch vereinfacht sich die Ansteuerung des steuerbaren Schaltmittels der Heizvorrichtung. Die Einschaltdauer des steuerbaren Schaltmittels zur Regelung des Heizstroms ist vorzugsweise kleiner oder gleich der Einschaltdauer des entsprechenden Schaltmittels des Wechselrichters.

[0030] Die Gleichspannungsversorgung des Wechselrichters wird mit Hilfe eines Hochsetzstellers geregelt, um eine Leistungsfaktorkorrektur und / oder eine sinusförmige Netzstromentnahme zu gewährleisten. Vorteilhafterweise werden die Pulsweitenmodulationssteuersignale und / oder die Frequenzsteuersignale für das steuerbare Schaltmittel des Hochsetzstellers ebenfalls mit Hilfe des Mikrocontrollers erzeugt, indem ein zweiter Ladungsspeicher zwischen unterschiedlichen Ladezuständen umgeladen wird und die Zeitspannen zum Umladen des zweiten Ladungsspeichers zur Erzeugung der Pulsweitenmodulationssteuersignale und / oder der Frequenzsteuersignale für das steuerbare Schaltmittel des Hochsetzstellers ausgewertet werden. Derselbe Mikrocontroller, der zur Steuerung des Wechselrichters genutzt wird, kann so auch zur Steuerung des Hochsetzstellers verwendet werden. Das Umladen des zweiten Ladungsspeichers kann auf einfache Weise mittels zweier Komparatoren detektiert und ausgewertet werden, indem der erste Komparator den Ladezustand des zweiten Ladungsspeichers mit einem ersten Spannungswert und der zweite Komparator den Ladezustand des zweiten Ladungsspeichers mit einem zweiten, niedrigeren Spannungswert vergleicht. Beim Erreichen des ersten Spannungswertes wird der Ladevorgang beendet und der Entladevorgang des zweiten Ladungsspeichers gestartet, während beim Erreichen des zweiten, geringeren Spannungswertes der Entladevorgang beendet und der Ladevorgang des zweiten Ladungsspeichers erneut gestartet wird. Der erste oder zweite Spannungswert werden vorteilhafterweise mittels eines Schreib-Lese-Speichers eingestellt. Dadurch kann der entsprechende Spannungswert programmgesteuert variiert werden.

[0031] Vorteilhafterweise werden mit Hilfe des Mikrocontrollers Istwerte von Betriebsparametern des Wechselrichters oder/ und der Gleichspannungsversorgungsschaltung des Wechselrichters oder / und der

mindestens einen elektrischen Lampe überwacht und zur Steuerung der Lade- beziehungsweise Entladevorgänge der Ladungsspeicher oder / und zur Bestimmung des Referenzwertes für die Lampenelektrodenheizung oder / und zur Bestimmung des ersten oder/zweiten Spannungswertes ausgewertet. Dadurch können Regelschleifen für die Steuerung des Wechselrichters und seiner Gleichspannungsversorgung sowie für die Lampenelektrodenheizung realisiert werden.

IV. Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0032] Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Eine schematische Darstellung der ersten Hälfte der Schaltungsanordnung gemäß des bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes

Figur 2 Eine schematische Darstellung der zweiten Hälfte der Schaltungsanordnung gemäß des bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes

Figur 3 Ein Blockschaltbild des Mikrocontrollers

Figur 4 Ein Blockschaltbild des zweiten Steuermoduls G zur Steuerung des Halbbrückenwechselrichters und der Heizvorrichtung

Figur 5 Ein Diagramm der Steuersignale für den Wechselrichter und die Heizvorrichtung

Figur 6 Ein Blockschaltbild des ersten Steuermoduls E zur Steuerung des Hochsetzstellers

Figur 7 Ein Diagramm der Steuersignale für den Hochsetzsteller

[0033] In den Figuren 1 und 2 ist die Schaltungsanordnung des bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Vorschaltgerätes schematisch dargestellt. Wegen ihrer Größe musste die Schaltungsanordnung auf zwei Blättern dargestellt werden. An den mit J10 bis J26 bezeichneten Verbindungsstellen sind die beiden, in den Figuren 1 und 2 abgebildeten Hälften der Schaltungsanordnung miteinander verknüpft. Bei diesem Vorschaltgerät handelt es sich um ein sogenanntes elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb von Leuchtstofflampen. Das Vorschaltgerät weist zwei Netzspannungsanschlüsse J1, J2 auf, an die eine aus dem Kondensator C1 und dem Transformator L1 bestehende Filterschaltung zur Funkentstörung des Vorschaltgerätes angeschlossen ist. Diese Filterschaltung ist mit einem Brückengleichrichter verbunden, der von vier

Gleichrichterdioden D1, D2, D3 und D4 gebildet wird. Dem Brückengleichrichter D1-D4 ist der Kondensator C2 nachgeschaltet, der den Gleichspannungsausgang des Brückengleichrichters D1-D4 bildet. An den Kondensator C2 ist ein Hochsetzsteller angeschlossen, der den Feldeffekttransistor V1, die Drossel L2, die Diode D5 und den Widerstand R13 umfasst. Die an dem Kondensator C2 anliegende Gleichspannung dient als Versorgungsspannung für den Hochsetzsteller. Die Gate-Elektrode des Transistors V1 ist über den Widerstand R4 mit dem Pin 4 des Mikrocontrollers MC verbunden, der die Steuerung des Transistors V1 übernimmt. Der Spannungsausgang des Hochsetzstellers wird von dem Zwischenkreiskondensator C3 gebildet. Die Spannung am Zwischenkreiskondensator C3 wird mittels der Spannungsteilerwiderstände R2, R5 am Pin 21 des Mikrocontrollers MC überwacht. Zusätzlich wird zur Steuerung des Transistors V1 auch die Spannung am Kondensator C2 mit Hilfe der Spannungsteilerwiderstände R1, R18 am Pin 20 des Mikrocontrollers MC detektiert.

[0034] An dem Zwischenkreiskondensator C3 wird eine geglättete Gleichspannung zur Versorgung des nachgeschalteten Halbbrückenwechselrichters bereitgestellt. Der Halbbrückenwechselrichter besteht im wesentlichen aus den Feldeffekttransistoren V2, V3, den Trapezkondensatoren C10, C11, der Drossel L4, den Koppelkondensatoren C15, C16 und dem Zündkondensator C12. An den Mittenabgriff zwischen den beiden Transistoren V2, V3 des Wechselrichters ist ein Lastkreis angeschlossen, der die Drossel L4, den Zündkondensator C12, die Anschlüsse X1 bis X8 für die Elektrodenwendeln E1, E2 und E3, E4 der zwei parallel geschaltete Leuchtstofflampen LP1, LP2, den Transformator L5 und die Koppelkondensatoren C15, C16 umfasst. Der Zündkondensator C12 ist zu beiden Lampen LP1, LP2 parallel geschaltet. Die Koppelkondensatoren C15, C16 sind jeweils in Serie zu einer der Lampen LP1, LP2 angeordnet. Der Transformator L5 dient zur Symmetrisierung der Ströme in den Lampenstromkreisen. Zu diesem Zweck ist jeweils eine der Transformatorwicklungen in einem der Lampenstromkreise, das heißt, in Serie zu einer der Lampen LP1, LP2 angeordnet. Die beiden Lampenstromkreise sind bei dem Anschluss X8 und bei den beiden mit der schaltungsinternen Masse GRD verbundenen Anschlüssen der Koppelkondensatoren C15, C16 wieder zusammengeführt. Die Gate-Elektroden der Transistoren V2, V3 werden über die Widerstände R6 bzw. R7 von dem Mikrocontroller MC mit Hilfe des Integrierten Schaltkreises IC gesteuert, der im wesentlichen nur Treiberschaltungen für die Ansteuerung der Wechselrichtertransistoren und Schaltungen zur Erzeugung von Hilfsspannungen für den Mikrocontroller MC aufweist. Der Halbbrückenwechselrichter generiert im Lastkreis für die Lampen LP1, LP2 einen hochfrequenten Strom mit einer Frequenz zwischen ca. 30kHz und 100 kHz. Nach der Zündung der Gasentladung in den Lampen LP1, LP2 fließen in beiden Lampenstromkreisen über den Anschluss X8, die Entla-

dungsstrecke der Lampe LP1 bzw. LP2, den Anschluss X5 bzw. X7 und über den Koppelkondensatoren C16 bzw. C15 hochfrequente Lampenströme. Die Drossel L4 und der Zündkondensator C12 sind als Serienresonanzkreis ausgebildet. Die zum Zünden der Gasentladung in den Leuchtstofflampen erforderliche Zündspannung wird mittels der Methode der Resonanzüberhöhung an dem Zündkondensator C12 bereitgestellt, indem während der Zündphase die Schaltfrequenz der Transistoren V2, V3 des Halbbrückenwechselrichters der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises angenähert wird. Der Mittenabgriff zwischen der Drossel L4 und dem Zündkondensator C12 ist über den Kondensator C22, den Widerstand R24 und die in Vorwärtsrichtung gepolte Diode D12 an den Pin 18 des Mikrocontrollers MC angeschlossen. An dem Pin 18 wird mittels der Widerstände R24, R25, der Dioden D12, D13 und der Kondensatoren C22, C23 eine Halbwellen des Wechselstromanteils des Laststroms überwacht. Die andere Halbwellen des Wechselstromanteils des im Lastkreis fließenden Stroms wird durch die Diode D13 auf das schaltungsinterne Massepotential GRD geklemmt. Der Pin 19 des Mikrocontrollers MC ist über den Widerstand R27 mit der Source-Elektrode des Transistors V3 verbunden und über den Kondensator C24 an das schaltungsinterne Massepotential GRD gekoppelt. Der Widerstand R9 verbindet die Source-Elektrode des Transistors V3 mit dem schaltungsinternen Massepotential GRD. Am Pin 19 wird der Strom durch den Transistor V3 überwacht.

[0035] Das Vorschaltgerät weist ferner eine Heizvorrichtung für die Elektroden E1-E4 der beiden Leuchtstofflampen auf, die an den Mittenabgriff zwischen den beiden Feldeffekttransistoren V2, V3 des Halbbrückenwechselrichters angeschlossen ist. Diese Heizvorrichtung besteht im wesentlichen aus dem Feldeffekttransistor V4 und dem Transformator L3. Die Primärwicklung des Transformators L3 ist einerseits mit dem Mittenabgriff zwischen den Transistoren V2, V3 und andererseits mit dem Drain-Anschluss des Transistors V4 sowie in Gleichstromvorwärtsrichtung über die Diode D8 mit dem positiven Pol des Zwischenkreiskondensators C3 verbunden. Die Source-Elektrode des Transistors V4 ist über den Widerstand R17 mit dem schaltungsinternen Massepotential GRD verbunden. Die drei Sekundärwicklungen des Transformators L3 sind, bei angeschlossenen Lampen LP1, LP2, jeweils gemeinsam mit einer Gleichrichterdiode D9 bzw. D10 bzw. D11 in einem geschlossenen Stromkreis zum Heizen der Elektrodenwendeln E1 und E3 bzw. der Elektrodenwendel E2 bzw. E4 angeordnet. Der Heizstrom in den drei mit den Sekundärwicklungen des Transformators L3 bestückten Heizkreisen wird durch den Schalttakt des Transistors V4 geregelt. Zur Steuerung des Schalttakts des Transistors V4 ist seine Gate-Elektrode über den Widerstand R26 mit dem Pin 10 des Mikrocontrollers MC verbunden. Die Heizvorrichtung dient einerseits zum Vorheizen der Elektrodenwendeln E1-E4 bevor die Gasentla-

dung in den Lampen LP1, LP2 gezündet wird, und andererseits zum Heizen der Elektrodenwendeln E1-E4 während des Dimmbetriebs der Lampen LP1, LP2. Der Heizstrom, das heißt, der Strom durch die Primärwicklung des Transformators L3 und den Transistor V4, wird mit Hilfe des RC-Gliedes R23, C18 an dem Pin 17 des Mikrocontrollers MC überwacht. Zu diesem Zweck ist der Pin 17 über den Widerstand R23 mit der Source-Elektrode des Transistors V4 verbunden.

[0036] Mit Hilfe des Widerstandes R10 und der Diode D9 ist ein Gleichstrompfad realisiert, der ausgehend von dem positiven Pol des Kondensators C3, über den Widerstand R10, den Anschluss X3, die Elektrodenwendel E1, den Anschluss X8, die Elektrodenwendel E3, den Anschluss X2 und über die Widerstände R14, R22 zu dem schaltungsinternen Massepotential GRD geführt ist. Dieser Gleichstrompfad ist unterbrochen, wenn eine der Lampen LP1 oder LP2 fehlt oder eine der Elektrodenwendeln E1 oder E3 defekt ist. Der Mittenabgriff zwischen den Widerständen R14, R22 ist mit dem Pin 25 des Mikrocontrollers MC verbunden, um den Gleichstrompfad zu überwachen. Zwei weitere Gleichstrompfade sind mit Hilfe des Widerstandes R11 bzw. R12 und der Dioden D10 bzw. D11 sowie der Widerstände R16, R20 bzw. R15, R21 realisiert, um die Elektrodenwendeln E2 bzw. E4 zu überwachen. Ein Bruch der Elektrodenwendel E2 bzw. E4 wird über die entsprechende Wicklung des Transformators L5 und den Widerstand R16 bzw. R15 an dem Pin 16 bzw. 15 von dem Mikrocontroller MC detektiert. An den Pins 15, 16 des Mikrocontrollers MC wird außerdem auch mittels der Spannungsteilerwiderstände R15, R21 bzw. R16, R20 der Strom durch die Lampe LP1 bzw. LP2 oder der Spannungsabfall an dem Koppelkondensator C15 bzw. C16 überwacht, um den am Ende der Lebensdauer der Lampe LP1 oder LP2 auftretenden Gleichrichtereffekt der Lampe LP1 oder LP2 zu detektieren.

[0037] Das Vorschaltgerät weist außerdem eine Kommunikationseinrichtung DS zur Kommunikation mit einer externen Steuervorrichtung (nicht abgebildet) auf. Diese Einrichtung DS besitzt zwei Anschlüsse J3, J4, die mit der externen Steuervorrichtung verbindbar sind. Die Anschlüsse J3, J4 dienen zum Empfang von digitalen oder analogen Steuersignalen von der externen Steuervorrichtung und zum Senden von Informationen, beispielsweise über den Betriebszustand der Lampen, von dem Vorschaltgerät an die externe Steuervorrichtung. Über die Anschlüsse J3, J4 ist eine bidirektionale Verbindung mit der externen Steuervorrichtung möglich. Ein Ausgang der Kommunikationseinrichtung DS ist mit dem schaltungsinternen Massepotential GRD verbunden. Der Pin 6 des Mikrocontrollers MC ist zur Übermittlung von Daten an die externe Steuereinheit mit dem Eingang der Kommunikationseinrichtung DS verbunden und der Pin 5 des Mikrocontrollers MC ist zum Empfang und zur Auswertung von Steuerbefehlen von der externen Steuervorrichtung an den Ausgang der Kommunikationseinrichtung DS angeschlossen.

[0038] Der Integrierte Schaltkreis IC enthält Treiberschaltungen für die Transistoren V2, V3, insbesondere eine Bootstrap-Schaltung für den Transistor V2 und Level-Shift-Schaltungen für die Steuerung der Transistoren V2, V3. Der Kondensator C9 und die Pins 1, 2, 3 und 14 des Integrierten Schaltkreises IC sind diesen Treiberschaltungen der Transistoren V2, V3 zugeordnet. Die Steuersignale zur Regelung des Schalttaktes der Transistoren V2, V3 bzw. zur Frequenzsteuerung des Halbbrückenwechselrichters werden von den Mikrocontroller MC generiert und über den Pin 24 bzw. 23 dem Pin 9 bzw. 10 des Integrierten Schaltkreises IC zugeführt. Mit Hilfe des Widerstandes R8, der den Pin 13 des Integrierten Schaltkreises IC mit dem Source-Anschluss des Transistors V3 verbindet, und des Kondensators C8, über den der Pin 13 des Integrierten Schaltkreises IC an das Massepotential GRD gekoppelt ist, wird ein Detektor realisiert, der eine zu hohe Strombelastung der Transistoren V2, V3 verhindert. Über den Widerstand R3 ist der Pin 5 des Integrierten Schaltkreises IC mit dem positiven Pol des Kondensators C2 verbunden. Über den Pin 5 wird während der Startphase, das heißt, bevor der Halbbrückenwechselrichter seine Oszillation aufgenommen hat, eine Spannungsversorgung des Integrierten Schaltkreises IC gewährleistet. An den Pins 8 und 11 des Integrierten Schaltkreises IC werden mit Hilfe der Kondensatoren C14 bzw. C25 Hilfspennungen von 5 V bzw. 15 V für den Mikrocontroller MC bereitgestellt. Solange der Halbbrückenwechselrichter oszilliert, wird die Spannung zur Versorgung des Integrierten Schaltkreises IC und des Mikrocontrollers MC mittels des an den Pin 7 des Integrierten Schaltkreises IC und an den Mittenabgriff zwischen dem Zündkondensator C12 und der Drossel L4 angeschlossenen Kondensators C13 und mittels eines in dem Integrierten Schaltkreis IC integrierten Zweipunktreglers aus dem Lastkreis abgeleitet.

[0039] Nachstehend werden der Aufbau des Mikrocontrollers MC und die Erzeugung der Steuersignale für die Transistoren V1-V4 mit Hilfe des Mikrocontrollers MC näher erläutert.

[0040] In Figur 3 ist der Aufbau des Mikrocontrollers MC schematisch dargestellt. Der Mikrocontroller MC besitzt einen Taktgeber, der den Arbeitstakt des Mikrocontrollers bestimmt, eine zentrale Prozessoreinheit, einen Programmspeicher, einen Datenspeicher und eine mathematische Einheit zur Durchführung einfacher mathematischer Operationen. Die vorgenannten Teile des Mikrocontrollers MC werden in dem Blockschaltbild der Figur 2 durch das Modul A repräsentiert. Dem Modul A sind die Pins 1 und 2, 15 bis 22 und 23 bis 28 zugeordnet. An den Pins 1 bis 2 ist der Schwingquarz B2 zur Steuerung des Taktgebers angeschlossen. Die Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers beträgt 8 MHz. Das Modul B ist ein Interface, das zur Aufbereitung der digitalen oder analogen Daten für die Kommunikation mit der Kommunikationseinrichtung DS dient. Dem Modul B sind die Pins 5 und 6 des Mikrocontrollers MC zu-

geordnet. Bei dem Modul C handelt es sich um eine 5V-Spannungsversorgung, die über die Pins 11 und 12 des Mikrocontrollers MC mit dem Kondensator C14 bzw. mit dem Massepotential GRD verbunden ist. Durch den Adress- und Datenbus D sind alle Komponenten des Mikrocontrollers MC miteinander verbunden. Das erste Kontrollmodul E und die ihm zugeordneten Pins 3, 4 und 9 des Mikrocontrollers MC dient zur Steuerung des Transistors V1 des Hochsetzstellers. Das zweite Kontrollmodul G und die ihm zugeordneten Pins 7, 8 und 10 des Mikrocontrollers MC dient zur Steuerung der Transistoren V2 und V3 des Halbbrückenwechselrichters sowie zur Steuerung des Transistors V4 der Heizvorrichtung. Beide Kontrollmodule E, G sind über den Datenbus F miteinander verbunden. Bei dem Modul H handelt es sich um eine 15V-Spannungsquelle, die über die Pins 13, 14 des Mikrocontrollers MC mit dem Massepotential GRD bzw. mit dem Kondensator C25 verbunden ist.

[0041] Der Aufbau des Steuermoduls G ist schematisch in dem Blockschaltbild der Figur 4 dargestellt. Das Steuermodul G weist zur Steuerung der Transistoren V2, V3 des Halbbrückenwechselrichters die steuerbare Stromquelle SQ1, die steuerbare Stromsenke SS1, die Schreib-Lese-Speicher DR1, DR2, den Schalter US1 zum abwechselnden Ein- und Ausschalten der steuerbaren Stromquelle und Stromsenke, den Frequenzteiler FT1 zur Frequenzhalbierung des Umschaltsignals des Schalters US1, den Datenspeicher DR3 zum Speichern der Steuersignale für die Transistoren V2, V3, die Referenzstromquelle IR zur Vorgabe eines möglichst konstanten Referenzstromes I_{Ref} für die steuerbare Stromquelle SQ1 und Stromsenke SS1 und Logische Schaltungskomponenten O1-O3, U1-U6 auf.

[0042] Am Pin 7 des Mikrocontrollers MC wird eine konstante Ausgangsspannung von 2 V bereitgestellt, die gemäß des ohmschen Gesetzes durch den Widerstand R30 einen konstanten Referenzstrom I_{Ref} fließen lässt. Der Wert dieses Referenzstromes I_{Ref} ist durch die Wahl des Widerstandswertes des Widerstands R30 vorgebar. Der lineare Arbeitsbereich des Referenzstromes I_{Ref} erstreckt sich von 5 μ A bis 50 μ A. Am Pin 8 des Mikrocontrollers MC ist der Kondensator C27 angeschlossen, der als elektrischer Ladungsspeicher dient. Mit Hilfe der steuerbaren Stromquelle SQ1 wird der Kondensator C27 aufgeladen. Erreicht der Spannungsabfall am Kondensator C27 einen Wert von 3 V, so wird die steuerbare Stromquelle SQ1 durch den Schalter US 1 abgeschaltet und die steuerbare Stromsenke eingeschaltet, die den Kondensator C27 entlädt. Erreicht der Spannungsabfall am Kondensator C27 den Wert von 1,5 V, so wird die steuerbare Stromsenke SS1 durch den Schalter US1 abgeschaltet und die steuerbare Stromquelle SQ1 wieder eingeschaltet, die den Kondensator wieder auf einen Spannungswert von 3 V auflädt. Auf diese Weise wird der Kondensator C27 abwechselnd aufgeladen und entladen. Der Spannungsabfall am Kondensator C27 oszilliert daher fortwährend

zwischen den Werten 1,5 V und 3 V. Die steuerbare Stromquelle SQ1 und die steuerbare Stromsenke SS1 sowie der Schalter US1 bilden eine Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen des Kondensators C27. Der von der steuerbaren Stromquelle SQ1 generierte Ladestrom für den Kondensator C27 ist mittels des Schreib-Lese-Speichers DR1 einstellbar. Der Schreib-Lese-Speicher DR1 ist ein 16 Bit Datenregister, von dem 12 Bit zur Steuerung der Stromquelle SQ1 genutzt werden. Der Ladestrom für den Kondensator C27 ist deshalb mit einer Auflösung von 12 Bit zwischen den Werten $I_{Ref}/256$ und $32 I_{Ref}$ einstellbar, wobei die Abkürzung I_{Ref} für die Referenzstromstärke der Referenzstromquelle IR steht. Der Eintrag in dem Datenregister DR1 bestimmt den Ladestrom für den aktuellen bzw. folgenden Ladevorgang am Kondensator C27 und damit die Zeitspanne, die für diesen Ladevorgang benötigt wird. Analog ist der von der steuerbaren Stromsenke SS1 generierte Entladestrom des Kondensators C27 mittels des Schreib-Lese-Speichers DR2 einstellbar. Der Schreib-Lese-Speicher DR2 ist ein 8 Bit Datenregister. Der Entladestrom des Kondensators C27 ist deshalb mit einer Auflösung von 8 Bit zwischen den Werten $0,25 I_{Ref}$ und $128 I_{Ref}$ einstellbar. Der Eintrag in dem Datenregister DR2 bestimmt den Entladestrom für den aktuellen bzw. folgenden Entladevorgang am Kondensator C27 und damit die Zeitspanne, die für diesen Entladevorgang erforderlich ist. Die Oszillationen des Ladezustands des Kondensators C27 und des Spannungsabfalls am Kondensator C27 sind daher unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers MC. Die Umschaltssignale des Schalters US1 werden von dem Frequenzteiler FT1 und den UND-Gattern U1, U2 zur Erzeugung von Steuersignalen für die Transistoren V2, V3 des Halbbrückenwechselrichters ausgewertet. Der Frequenzteiler FT1 detektiert nur die Schaltimpulse des Schalters US1, die einen neuen Ladevorgang des Kondensators C27 starten, und schaltet seine beiden Ausgänge, die jeweils mit dem Eingang eines UND-Gatters U1 bzw. U2 verbunden sind, bei jedem derartigen Schaltimpuls abwechselnd auf "High" bzw. "Low". Die Umschaltssignale des Schalters US1 werden andererseits aber auch direkt dem Eingang der UND-Gatter U1, U2 zugeführt. Außerdem enthält das Statusregister SR1 ein Statusbit zum Aktivieren und Deaktivieren der Steuersignale für den Transistor V2 sowie ein Statusbit zum Aktivieren und Deaktivieren der Steuersignale für den Transistor V3. Der Zustand des Statusbits zum Aktivieren und Deaktivieren der Steuersignale für den Transistor V2 wird von dem UND-Gatter U2 überwacht, während der Zustand des Statusbits für den Transistor V3 von dem UND-Gatter U1 detektiert wird. Die Ausgangszustände des UND-Gatters U1 bzw. U2 werden jeweils in einem Bit des Datenregisters DR3 gespeichert und sind über den Adress- und Datenbus D an den Pins 23 bzw. 24 des Mikrocontrollers MC abrufbar. Über den Pin 23 bzw. 24 des Mikrocontrollers MC, der mit dem Pin 10 bzw. 9 des Integrierten Schaltkreises IC verbunden ist,

werden die Ausgangszustände der UND-Gatter U1 bzw. U2 den Treiberschaltungen zur Ansteuerung der Gate-Elektrode des Transistors V3 bzw. V2 mitgeteilt. Die Frequenz des Halbbrückenwechselrichters, das heißt, der Schalttakt seiner Transistoren V2, V3, wird durch die Dauer der einzelnen Lade- und Entladevorgänge des Kondensators C27 gesteuert. Anhand der Diagramme a) bis e) der Figur 5 soll dieser Sachverhalt nachstehend näher erläutert werden.

[0043] Die dreieckförmige Kurve des Diagramms a) zeigt den zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls am Kondensator C27. Der Spannungsabfall am Kondensator C27 variiert linear mit der Zeit zwischen den Werten 1,5 V und 3 V. Das Diagramm b) zeigt den zeitlichen Verlauf des Ladestroms für den Kondensator C27. Der Ladestrom kann gemäß der obigen Erläuterungen zur steuerbaren Stromquelle SQ1 4096 unterschiedliche diskrete Werte annehmen. Im Diagramm c) ist der zeitliche Verlauf des Entladestroms für den Kondensator C27 dargestellt. Der Entladestrom kann gemäß der obigen Erläuterungen zur steuerbaren Stromsenke SS1 256 unterschiedliche diskrete Werte annehmen. Das Diagramm d) zeigt den zeitlichen Verlauf des am Pin 23 des Mikrocontrollers MC abrufbaren Steuersignals LG für die Treiberschaltung des Transistors V3. Das Diagramm e) zeigt den zeitlichen Verlauf des am Pin 24 des Mikrocontrollers MC abrufbaren Steuersignals HG für die Treiberschaltung des Transistors V2. Die Dauer für die einzelnen Ladevorgänge am Kondensator C27 wird durch die Höhe des Ladestroms IL1 bestimmt. Je größer der Ladestrom IL1, um so geringer ist die Zeitspanne, die zum Laden des Kondensators von 1,5 V auf 3 V benötigt wird. Analog dazu ist die Dauer für die einzelnen Entladevorgänge am Kondensator C27 durch die Höhe des Entladestroms IE1 bestimmt. Je größer der Entladestrom IE1, um so geringer ist die Zeitspanne, die zum Entladen des Kondensators von 3 V auf 1,5 V benötigt wird. Durch Vergleich des Spannungsverlaufs am Kondensator C27 des Diagramms a) mit den Kurven der Diagramme d) und e) wird deutlich, dass während der Dauer des 1., 3., 5. usw. Ladevorgangs des Kondensators C27 von 1,5 V auf 3 V das Steuersignal LG für den Transistor V3 den Logikzustand "High" annimmt und das Steuersignal HG für den Transistor V2 den Logikzustand "Low" führt. Während der Dauer des 2., 4., 6. usw. Ladevorgangs des Kondensators C27 von 1,5 V auf 3 V nimmt hingegen das Steuersignal HG für den Transistor V2 den Logikzustand "High" an und das Steuersignal LG für den Transistor V3 führt den Logikzustand "Low". Während der Dauer der Entladevorgänge des Kondensators C27 von 3 V auf 1,5 V nehmen beide Steuersignale LG und HG den Logikzustand "Low" an. Das bedeutet, dass der Transistor V2 bzw. V3 eingeschaltet ist, solange das ihm zugeordnete Steuersignal HG bzw. LG den Zustand "High" führt. Die Transistoren V2, V3 des Halbbrückenwechselrichters werden auf diese Weise alternierend ein- und ausgeschaltet. Während der Dauer der Entladevorgänge des Kondensators

C27 sind beide Transistoren V2, V3 ausgeschaltet. Die Auswertung des Spannungsverlaufs am Kondensator C27 ermöglicht so eine frequenzmodulierte Steuerung des Halbbrückenwechselrichters.

[0044] Die Werte für den Lade Strom IL1 bzw. den Entlade Strom IE1 sind durch die in dem Datenregister DR1 bzw. DR2 gespeicherten Daten festgelegt. Diese Daten werden mit Hilfe des Moduls A programmgesteuert in Abhängigkeit von der am Pin 18 des Mikrocontrollers MC detektierten Halbwelle des Wechselstromanteils des Stroms im Lastkreis und von dem am Pin 19 detektierten Strom durch den Transistor V3 ermittelt. Das Modul A des Mikrocontrollers MC berechnet programmgesteuert aus dem Vergleich der vorgenannten Betriebsparameter mit vorgegebenen Sollwerten Stellwerte zur Steuerung der steuerbaren Stromquelle SQ1 und der steuerbaren Stromsenke SS1, die in den Datenregistern DR1 und DR2 gespeichert werden. Auf diese Weise wird für die frequenzmodulierte Steuerung des Halbbrückenwechselrichters in Abhängigkeit von seinen Betriebsparametern und den vorgegebenen Sollwerten eine Regelschleife realisiert. Die Sollwerte für die frequenzmodulierte Steuerung des Halbbrückenwechselrichters werden programmgesteuert vom Modul A des Mikrocontrollers MC ermittelt, beispielsweise in Abhängigkeit von externen Steuerbefehlen zum Dimmen der Lampen LP1, LP2, die über die Schnittstellen J3, J4 der Kommunikationseinrichtung DS mitgeteilt und dem Pin 5 des Mikrocontrollers MC zugeführt werden. Die Datenregister DR1 bis DR4 und das Statusregister SR1 sind mit dem Adress- und Datenbus D verbunden. .

[0045] Der im Diagramm a) der Figur 5 dargestellte Spannungsverlauf am Kondensator C27 wird außerdem auch zur Erzeugung pulsweitenmodulierter Steuersignale für den Transistor V4 der Heizvorrichtung für die Elektrodenwendeln E1-E4 der Lampen LP1, LP2 ausgewertet. Zu diesem Zweck dienen der als 8 Bit Datenregister ausgebildete Schreib-Lese-Speicher DR4, der Komparator K1, dessen invertierender Eingang den Spannungsabfall am Kondensator C27 detektiert und dessen nichtinvertierender Eingang von dem Datenregister DR4 gesteuert wird, das Statusregister SR1 und die Logischen Schaltungskomponenten O1, O2, U3, U4, U5, O3 sowie die Treiberschaltung TR1 für den Transistor V4. Der Komparator K1 vergleicht den Spannungsverlauf am Kondensator C27 mit dem im Datenregister DR4 gespeicherten Stellwert für die Regelung des Heizstromes. Der vorgenannte Stellwert ist mit einer Auflösung von 8 Bit variierbar. Entsprechend ist auch die Spannung am nicht-invertierenden Eingang des Komparators K1 mit derselben Auflösung im Bereich von 1,5 V bis 3 V variierbar. Das Ausgangssignal des Komparators K1 wird über das ODER-Gatter O1 und das UND-Gatter U3 dem ODER-Gatter O3 zugeführt, dessen Ausgang mit dem Eingang der Treiberschaltung TR1 verbunden ist, die über den Pin 10 des Mikrocontrollers MC und den Widerstand R26 die Gate-Elektrode des Transistors V4 ansteuert. Das Ausgangssignal des

Komparators K1 wird zusätzlich auch dem ODER-Gatter O2 zugeführt, dessen Ausgang mit den UND-Gattern U1 und U2 verbunden ist. Der Ausgang des UND-Gatters U1 ist über das UND-Gatter U3 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters U2 ist über das UND-Gatter U4 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden. Das 8 Bit Statusregister SR1 besitzt ein erstes Statusbit zum Aktivieren bzw. Deaktivieren eines maximalen Heizstroms, das über das ODER-Gatter O1, das UND-Gatter U3 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden ist. Maximaler Heizstrom bedeutet, dass die Einschaltdauer des Transistors V4 gleich der Einschaltdauer des Transistors V2 oder V3 ist. Das zweite Statusbit des Statusregisters SR1, das über das UND-Gatter U3 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden ist, dient zum Aktivieren bzw. Deaktivieren des synchronen Einschaltens der Transistoren V3 und V4. Das dritte Statusbit des Statusregisters SR1, das über das UND-Gatter U4 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden ist, dient zum Aktivieren bzw. Deaktivieren des synchronen Einschaltens der Transistoren V2 und V4. Das vierte Statusbit des Statusregisters SR1 ist mit dem UND-Gatter U6 verbunden, dessen Ausgang über den Datenbus F mit dem Steuermodul E verbunden ist. Da der Ausgang des UND-Gatters U1 mit dem UND-Gatter U6 verbunden ist, wird durch das vierte Statusbit die Verbindung des Steuersignals LG zum Steuermodul E Aktiviert bzw. Deaktiviert. Das fünfte Statusbit des Statusregisters SR1 ist über das UND-Gatter U5 mit dem ODER-Gatter O3 verbunden. Das UND-Gatter U5 erhält über den Datenbus F außerdem von dem Steuermodul E ein Eingangssignal. Durch das fünfte Statusbit ist die Synchronisation der Steuersignale für die Transistoren V1 und V4 Aktivierbar bzw. Deaktivierbar. Das sechste Statusbit des Statusregisters SR1, das mit dem ODER-Gatter O2 verbunden ist, dient zum Aktivieren bzw. Deaktivieren der Pulsweitenmodulation der Steuersignale LG und HG. Das siebte bzw. achte Statusbit, das mit dem UND-Gatter U1 bzw. U2 verbunden ist, dient zum Aktivieren bzw. Deaktivieren der Steuersignale LG bzw. HG für die Transistoren V3 bzw. V2 sowie für den Transistor V4.

[0046] Mittels des siebten oder achten Statusbits kann auf einfache Weise eine Abschaltung des Halbbrückenwechselrichters und der Heizvorrichtung bei defekten Lampen LP1, LP2 durchgeführt werden. Wie bereits oben erwähnt wurde, ist mittels des Widerstandes R10, der Diode D9 und der entsprechenden Sekundärwicklung des Transformators L3 ein Gleichstrompfad realisiert, in den die Elektrodenwendeln E1 und E3 seriell geschaltet sind. Fehlt eine der Lampen LP1, LP2, so ist dieser Gleichstrompfad unterbrochen. Über den Widerstand R14 wird der Strom in diesem Gleichstrompfad am Pin 25 des Mikrocontrollers MC überwacht. Ist der vorgenannte Gleichstrompfad unterbrochen, so kann durch Rücksetzen des siebten oder achten Statusbits des Statusregisters SR1 das Steuersignal LG bzw. HG abgeschaltet und der Halbbrückenwechselrichter dadurch stillgelegt werden.

[0047] Wie bereits oben erwähnt wurde, wird ein Bruch der Elektrodenwendel E2 bzw. E4 über die entsprechende Wicklung des Transformators L5 und den Widerstand R16 bzw. R15 an dem Pin 16 bzw. 15 von dem Mikrocontroller MC detektiert. Außerdem wird an den Pins 15 bzw. 16 des Mikrocontrollers MC mittels der Spannungsteilerwiderstände R15, R21 bzw. R16, R20 der Strom durch die Lampe LP1 bzw. LP2 oder der Spannungsabfall an dem Koppelkondensator C15 bzw. C16 überwacht, um den am Ende der Lebensdauer der Lampe LP1 oder LP2 auftretenden Gleichrichteffekt der Lampe LP1 oder LP2 zu detektieren. Die Information wird vom Mikrocontroller MC ausgewertet und kann über den Pin 6 und die Kommunikationseinrichtung DS an eine externe Steuervorrichtung übermittelt werden oder zur Steuerung der Transistoren V2, V3 bzw. V4 verwendet werden.

[0048] Anhand der Diagramme a) und f) der Figur 5 wird nachstehend die Erzeugung von pulsweitenmodulierten Steuersignalen für die Gate-Elektrode des Transistors V4 erläutert. Im Diagramm a) der Figur 5 ist neben des dreieckförmigen zeitlichen Spannungsverlaufs des Kondensators C27 auch eine mit der Zeit in drei Stufen abnehmende Treppenfunktion dargestellt, die den im 8 Bit Datenregister DR4 gespeicherten Stellwert zur Regelung des Heizstroms repräsentiert. Dieser Stellwert wird dem nicht-invertierenden Eingang des Komparators K1 zugeführt. Da bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das dritte Statusbit des Statusregisters SR1 gesetzt ist, gehen die Steuersignale HTG und HG für die Transistoren V4 und V2 gleichzeitig vom Zustand "Low" in den Zustand "High" über. Das bedeutet, dass der Transistor V4 immer synchron mit dem Transistor V2 des Halbbrückenwechselrichters eingeschaltet wird. Die Einschaltdauer bzw. der Ausschaltzeitpunkt des Transistors T4 und damit auch die Pulsweite des Steuersignals HTG hängen vom Ausgangssignal des Komparators K1 ab, der den im Datenregister DR4 gespeicherten Stellwert für die Regelung des Heizstroms mit dem momentanen Spannungsabfall am Kondensator C27 vergleicht. Erreicht während der Ladevorgänge des Kondensators C27, bei denen das Steuersignal HTG sich im Zustand "High" befindet, die Spannung am Kondensator C27 den im Datenregister DR4 gespeicherten Wert, so wechselt das Steuersignal HTG von dem Zustand "High" in den Zustand "Low". Da das am nicht-invertierenden Eingang des Komparators K1 anliegende Signal nur Werte zwischen 1,5 V und 3 V annehmen kann, ist die Pulsweite des Steuersignals HTG kleiner oder gleich der Pulsweite des Steuersignals HG. Das bedeutet, dass die Einschaltdauer des Transistors V4 maximal genauso lang wie die Einschaltdauer des Transistors V2 ist. In diesem Fall fließt durch die Elektrodenwendeln E1-E4 der größtmögliche Heizstrom. Um eine Regelschleife für den Heizstrom aufzubauen, wird über das RC-Glied R23, C18 am Pin 17 der Strom durch den Transistor T4 bzw. durch die Primärwicklung des Transformators L3 überwacht und programmgesteuert mittels

des Moduls A mit einem Sollwert verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleich ein Stellwert zur Erzeugung des Steuersignals HTG in dem Datenregister DR4 gespeichert. Der erforderliche Heizstrom ist abhängig vom Betriebszustand der Lampen LP1, LP2. Während der Vorheizphase wird ein relativ hoher Heizstrom benötigt, um eine schonende Zündung der Gasentladung zu ermöglichen. Außerdem ist auch ein Heizstrom für die Elektrodenwendeln bei stark gediminten Lampen LP1, LP2 nötig.

[0049] In Figur 6 ist schematisch der Aufbau des Steuermoduls E zur Steuerung des Transistors V1 des Hochsetzstellers, der zur Gleichspannungsversorgung des nachgeschalteten Halbbrückenwechselrichters dient, dargestellt. Das Steuermodul E weist die steuerbare Stromquelle SQ2, die steuerbare Stromsenke SS2, die Schreib-Lese-Speicher DR5, DR6, DR7, die Statusregister SR1, SR2, SR3, die Komparatoren K2, K3, K4, K5 und die Treiberschaltung TR2 für den Transistor V1 auf. Die vorgenannten Komponenten des Steuermoduls E sind durch Logische Schaltungskomponenten miteinander vernetzt. Das Statusregister SR1 ist dasselbe Statusregister, das bereits im Zusammenhang mit dem Steuermodul G beschrieben wurde. Die steuerbare Stromquelle SQ2 dient zum Laden des an dem Pin 9 des Mikrocontrollers MC angeschlossenen Kondensators C26 und die steuerbare Stromsenke SS2 dient zum Entladen des Kondensators C26. Die steuerbare Stromquelle SQ2 und die steuerbare Stromsenke SS2 sind jeweils an die Referenzstromquelle IR gekoppelt. Der Ladestrom und der Entladestrom für den Kondensator C26 sind jeweils mit einer Auflösung von 8 Bit zwischen den Werten $0,25 I_{Ref}$ und $128 I_{Ref}$ einstellbar. Hierzu dienen die jeweils als 8 Bit Datenregister ausgebildeten Schreib-Lese-Speicher DR5 und DR6. Mittels des Datenregisters DR6 wird der Ladestrom und mittels DR5 der Entladestrom eingestellt.

[0050] Mit Hilfe der steuerbaren Stromquelle SQ2 wird der am Pin 9 des Mikrocontrollers MC angeschlossene Kondensator C26 auf einen vorgebbaren oberen Spannungswert, der im Bereich von 1,5 V bis 3 V liegt, aufgeladen. Bei Erreichen des oberen Spannungswertes wird der Ladevorgang abgebrochen und der Entladevorgang des Kondensators C26 mit Hilfe der steuerbaren Stromsenke SS2 gestartet. Erreicht die Spannung am Kondensator den unteren Spannungswert von 1,5 V, so wird der Entladevorgang abgebrochen und ein neuer Ladevorgang am Kondensator C26 gestartet. Das Aktivieren und Deaktivieren der steuerbaren Stromquelle SQ2 und der steuerbaren Stromsenke SS2 zum abwechselnden Laden und Entladen des Kondensators C26 wird mit Hilfe des RS-Flip-Flops FL1 und mittels der Komparatoren K2 und K4 oder alternativ mittels der Komparatoren K3 und K4 durchgeführt. Der Komparator K2 vergleicht die Spannung am Kondensator C26 mit dem oberen Spannungswert, während der Komparator K4 die Spannung am Kondensator C26 mit dem unteren Spannungswert von 1,5 V vergleicht. Der

obere Spannungswert ist mittels des 8 Bit Datenregisters DR7, das mit dem invertierenden Eingang des Komparators K2 verbunden ist, einstellbar. Anstelle des Komparators K2 kann aber auch der Komparator K3 gewählt werden, um die Spannung am Kondensator C26 mit dem oberen Spannungswert zu vergleichen. Bei Verwendung des Komparators K3 beträgt der obere Spannungswert allerdings 3 V und kann nicht variiert werden. Zur Steuerung der steuerbaren Stromquelle SQ2 und der steuerbaren Stromsenke SS2 für die einander abwechselnden Lade- und Entladevorgänge am Kondensator C26 sind die Ausgänge der Komparatoren K2 und K3 über den Positiven-Flanken-Generator FG1, das UND-Gatter U7 und das ODER-Gatter 04 bzw. über den Positiven-Flanken-Generator FG2, das UND-Gatter U8 und das ODER-Gatter 04 mit dem Setzeingang des RS-Flip-Flops FL1 verbunden. Der Ausgang des Komparators K4 ist über den Positiven-Flanken-Generator FG3 mit dem Rücksetzeingang des RS-Flip-Flops FL1 verbunden. Die beiden Ausgänge des RS-Flip-Flops FL1 sind mit der steuerbaren Stromquelle SQ2 bzw. mit der steuerbaren Stromsenke SS2 verbunden. Die steuerbare Stromquelle SQ2, die steuerbare Stromsenke SS2, die Komparatoren K2 (bzw. K3) und K2 sowie der RS-Flip-Flop FL1 bilden eine Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers, die den Kondensator C26 abwechselnd mit einem Ladestrom und einem Entladestrom beaufschlagt. Die Spannung am Kondensator C26 oszilliert daher fortwährend zwischen dem oberen und unteren Spannungswert. Diese Oszillation ist unabhängig von der Arbeitstaktfrequenz des Mikrocontrollers MC. Aus den Zeitspannen, die zum Laden bzw. Entladen des Kondensators C26 zwischen dem oberen und dem unteren Spannungswert erforderlich sind, wird mittels der Komparatoren K2 (bzw. K3), K4, der Positiven-Flanken-Generatoren FG1-FG3, des RS-Flip-Flops FL2 und der Logischen Schaltungskomponenten U9-U11, 05, 06 ein frequenzmoduliertes und pulsweitenmoduliertes Steuersignal PG für den Eingang der Treiberschaltung TR2 erzeugt, das über den Pin 4 des Mikrocontrollers MC und den Widerstand R4 der Gate-Elektrode des Transistors V1 zugeführt wird. Außerdem weist das Steuermodul E noch den Komparator K5, die RS-Flip-Flops FL3, FL4, das ODER-Gatter 07 und die Statusregister SR2, SR3 auf. Die Statusregister SR1-SR3 und die Datenregister DR5-DR7 sind mit dem Adress- und Datenbus D verbunden. Mit Hilfe des RC-Gliedes R32, C28 wird der Strom durch den Transistor V1 am Pin 3 des Mikrocontrollers MC überwacht. Mittels des Komparators K5, des ODER-Gatters 07 und des RS-Flip-Flops FL4 wird der Transistor V1 vor zu hohen Strömen geschützt, indem das Steuersignal PG für den Transistor V1 beim Auftreten eines zu hohen Stromes abgeschaltet wird. Zu diesem Zweck ist der Pin 3 des Mikrocontrollers MC mit dem nicht-invertierenden Eingang des Komparators K5 verbunden, während am invertierenden Eingang des Komparators K5 ein Referenzwert anliegt, der mittels

des Statusregisters SR3 mit einer Auflösung von 4 Bit zwischen den Werten 0 V bis 2 V einstellbar ist und der die Abschaltschwelle für das Steuersignal PG definiert. Im Fall des Abschaltens des Steuersignals PG durch den Komparator K5 und den RS Flip-Flop FL4 wird mittels des RS-Flip-Flops FL3 das erste Statusbit des Statusregisters SR2 gesetzt. Das zweite Statusbit des Statusregisters SR2 wird in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des ODER-Gatters 06 gesetzt bzw. rückgesetzt und gibt an, ob ein Steuersignal PG vorhanden ist oder nicht. Die restlichen 6 Bit des Statusregisters SR2 sind unbenutzt. Von dem Statusregister SR3 werden die ersten vier Bit zur Ansteuerung des invertierenden Eingangs des Komparators K5 verwendet. Das fünfte Bit des Statusregisters SR3 ermöglicht eine zusätzliche Steuerung der Referenzstromquelle IR. Das sechste Bit des Statusregisters SR3 ist unbenutzt. Mit Hilfe des siebten Bits des Statusregisters SR3 und des UND-Gatters U9 ist das Steuersignal für die Treiberschaltung TR2 und den Transistor V1 aktivierbar bzw. deaktivierbar. Mit Hilfe des achten Bits des Statusregisters SR3 und der UND-Gatters U7, U8 ist wahlweise das Ausgangssignal des Komparators K2 oder des Komparators K3 aktivierbar. Dadurch werden zwei unterschiedliche Betriebsmodi des Hochsetzstellers ermöglicht. Bei aktivem Ausgangssignal des Komparators K2 regelt der Hochsetzsteller nicht nur die Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters, sondern dient zusätzlich zur Leistungsfaktorkorrektur. Diese Betriebsweise wird zum Betreiben von Entladungslampen, insbesondere von Leuchtstofflampen bevorzugt. Die andere Betriebsweise des Hochsetzstellers eignet sich zum Betreiben von Niedervolt-Halogenglühlampen an einem elektronischen Transformator, der einen Hochsetzsteller zur Regelung der Versorgungsspannung des nachgeschalteten Wechselrichters aufweist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Ausgangssignal des Komparators K2 aktiv. Das Steuersignal PG kann über das UND-Gatter U12, den Datenbus F und das UND-Gatter U5 mittels des fünften Statusbits des Statusregisters SR1 auch am Pin 10 des Mikrocontrollers MC zur Steuerung des Transistors V4 verfügbar gemacht werden. Andererseits kann das Steuersignal LG des Steuermoduls G zur Steuerung des Transistors V3 über das UND-Gatter U6, den Datenbus F und das ODER-Gatter 07 mittels des vierten Statusbits des Statusregisters SR1 auch am Pin 4 des Mikrocontrollers MC zur Steuerung des Transistors V1 verfügbar gemacht werden.

[0051] Anhand der Figur 7 wird nachfolgend die Erzeugung des Steuersignals PG für den Transistor V1 näher erläutert. Die dreieckförmige Kurve im Diagramm a) der Figur 7 repräsentiert den zeitlichen Spannungsverlauf am Kondensator C26. Die stufenförmige Kurve im Diagramm a) der Figur 7 stellt den zeitlichen Verlauf des Speicherinhalts des Datenregisters DR7 dar, der mit einer Auflösung von 8 Bit Werte zwischen 1,5 V und 3 V annehmen kann. Im Diagramm b) ist der zeitliche

Verlauf des am Pin 4 des Mikrocontrollers MC abrufbaren Steuersignals PG für die Gate-Elektrode des Transistors V1 dargestellt. Das Diagramm c) der Figur 7 zeigt den zeitlichen Verlauf des mittels des RC-Gliedes R32, C28 am Pin 3 des Mikrocontrollers MC generierten Signals zur Überwachung des Stroms durch den Transistor V1. Im Diagramm d) ist der zeitliche Verlauf des von der steuerbaren Stromquelle SQ2 erzeugten Lade-
stroms für den Kondensator C26 und im Diagramm e) der Figur 7 der zeitliche Verlauf des von der steuerbaren Stromsenke SS2 generierten Entladestroms für den Kondensator C26 dargestellt. Der Kondensator C26 wird abwechselnd auf einen oberen Spannungswert, der durch den Speicherinhalt des Datenregisters DR7 bestimmt ist, aufgeladen und bis auf einen unteren Spannungswert von 1,5 V entladen. Die Dauer der einzelnen Ladevorgänge des Kondensators C26 wird daher durch den oberen Spannungswert und durch den mittels des Datenregisters DR6 einstellbaren Lade-
strom IL2 festgelegt. Entsprechend wird die Dauer der einzelnen Entladevorgänge durch den oberen Spannungswert und den mittels des Datenregisters DR5 einstellbaren Entladestrom IE2 bestimmt. Die Zeitspannen, die zum abwechselnden Laden und Entladen des Kondensators C26 erforderlich sind, werden mittels der oben beschriebenen logischen Schaltungskomponenten des Steuermoduls E zur Erzeugung des frequenz-
modulierten und pulsweitenmodulierten Steuersignals PG ausgewertet. Der Vergleich des im Diagramm a) dargestellten Spannungsverlaufs am Kondensator C26 mit dem im Diagramm b) abgebildeten Steuersignal PG zeigt, dass der Transistor V1 während der Ladevorgänge am Kondensator C26 ausgeschaltet und während der Entladevorgänge am Kondensator C26 eingeschaltet ist. Erreicht das am Pin 3 des Mikrocontrollers detektierte Signal IV1 (Diagramm c) der Figur 7) die am invertierenden Eingang des Komparators K5 eingestellte Schwelle, so wird das Steuersignal PG deaktiviert.

[0052] Wie bereits oben beschrieben wurde, wird am Pin 20 des Mikrocontrollers MC die Spannung am Kondensator C2 und am Pin 21 des Mikrocontrollers MC die Spannung am Kondensator C3 überwacht. Aus diesen Werten lässt sich mittels des Moduls A des Mikrocontrollers MC der Strom durch die Hochsetzstellerdrossel L2 berechnen und in Abhängigkeit von diesen Betriebsparametern können mit Hilfe des im Modul A Programms die Speicherinhalte der Datenregister DR5, DR6 und DR7 zur Erzeugung des Steuersignals PG für den Transistor V1 ermittelt werden. Auf diese Weise ist für die Steuerung des Transistors V1 eine Regelschleife realisiert.

[0053] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben näher beschriebenen Ausführungsbeispiele. Beispielsweise kann die Erfindung auch zur Steuerung der Schalttransistoren von Vorschaltgeräten zum Betrieb von Hochdruckentladungslampen sowie von elektronischen Transformatoren zum Betrieb von Niedervolt-Halogenglühlampen verwendet werden. Insbesondere ist

es auch möglich, mittels der erfindungsgemäßen, als Bestandteil eines Mikrocontrollers ausgebildeten Vorrichtung zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers die frequenz- oder pulsweitenmodulierten Steuersignale für die Schalttransistoren eines Vollbrückenwechselrichters oder eines Push-Pull-Wechselrichters zu erzeugen.

10 Patentansprüche

1. Mikrocontroller mit mindestens einer Einrichtung (E, G) zur Pulsweitenmodulationssteuerung und/oder Frequenzsteuerung eines Schaltnetzteils, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Einrichtung (E, G)

- eine Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines mit dem Mikrocontroller (MC) verbindbaren oder in den Mikrocontroller (MC) integrierten Ladungsspeichers (C27; C26) aufweist,
- Steuermittel für die Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum Steuern der Ladevorgänge und / oder der Entladevorgänge aufweist, und
- Auswertungsmittel aufweist, die dazu dienen, die zum Umladen des Ladungsspeichers (C27; C26) zwischen unterschiedlichen Ladezuständen erforderlichen Zeitspannen auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Pulsweitenmodulationssteuersignal und / oder Frequenzsteuersignal zu erzeugen.

2. Mikrocontroller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers eine steuerbare Stromquelle (SQ1; SQ2) zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers (C27; C26) mit einem einstellbaren Lade-
strom und eine steuerbare Stromsenke (SS1; SS2) zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers (C27; C26) mit einem einstellbaren Entladestrom aufweist.

3. Mikrocontroller nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellungen der steuerbaren Stromquelle (SQ1; SQ2) und der steuerbaren Stromsenke (SS1; SS2) in Bezug auf einen mittels einer Referenzstromquelle (IR) vorgebbaren Referenzstrompegel jeweils mit einer Auflösung von mindestens 8 Bit variierbar sind.

4. Mikrocontroller nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzstrompegel für den Lade- und den Entladestrom mittels eines ohmschen Widerstandes (R30) vorgebbbar ist.

5. Mikrocontroller nach Anspruch 1, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** die Steuermittel für die Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers mindestens einen Schreib-Lese-Speicher (DR1, DR2; DR5, DR6) aufweisen. 5
6. Mikrocontroller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel der Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers Schaltmittel (US1; FL1) aufweisen, die zum Umschalten der Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) von Laden zu Entladen des Ladungsspeichers (C27; C26) bei Erreichen eines ersten Spannungswertes und zum Umschalten dieser Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) von Entladen zu Laden des Ladungsspeichers (C27; C26) bei Erreichen eines zweiten, geringeren Spannungswertes dienen. 10
7. Mikrocontroller nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Spannungswert oder zweite Spannungswert mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR7) einstellbar ist. 15
8. Mikrocontroller nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Frequenzteiler (FT1) oder ein Impulsteiler vorgesehen ist, der an seinem Eingang das Umschalten der Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden oder von Laden zu Entladen detektiert und das Eingangssignal in Signale zur alternierenden Steuerung von abwechselnd schaltenden Schaltmitteln (V2, V3) des Schaltnetzteils aufteilt. 20
9. Mikrocontroller nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrocontroller (MC) Schnittstellen (1-28) zur Erfassung externer Signale oder Daten besitzt und eine Einrichtung (A) zur Auswertung der externen Signale oder Daten und zur programmgesteuerten Ermittlung von Stellwerten zur Steuerung der Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers aufweist. 25
10. Schaltnetzteil mit mindestens einem steuerbaren Schaltmittel (V1; V2, V3) und mit einem Mikrocontroller (MC) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 zur Erzeugung von Steuersignalen für das mindestens eine steuerbare Schaltmittel (V1; V2, V3). 30
11. Vorschaltgerät zum Betrieb mindestens einer elektrischen Lampe (LP1, LP2), das einen Wechselrichter, mindestens einen an den Wechselrichter gekoppelten Lastkreis mit Anschlüssen (X1-X8) für die mindestens eine elektrische Lampe (LP1, LP2), eine Steuerschaltung zur Steuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters und eine Gleichspannungsversorgungsschaltung für den Wechselrichter aufweist, wobei die Steuerschaltung einen Mikrocontroller (MC) mit einer Einrichtung (G) zur Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (G) zur Pulsweitenmodulationssteuerung und / oder Frequenzsteuerung 35
- eine Vorrichtung (SQ1, SS1) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers (C27) aufweist,
 - Steuermittel für diese Vorrichtung (SQ1, SS1) zum Steuern der Ladevorgänge und / oder der Entladevorgänge aufweist, und
 - Auswertungsmittel aufweist, die dazu dienen, die Dauer der abwechselnden Lade- und Entladevorgänge des Ladungsspeichers (C27) auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Frequenzsteuersignal und / oder ein Pulsweitenmodulationssteuersignal zur Steuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters zu erzeugen.
12. Vorschaltgerät nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Frequenzteiler (FT1) oder ein Impulsteiler vorgesehen ist, der an seinem Eingang das Umschalten der Vorrichtung (SQ1, SS1) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers von Entladen zu Laden oder von Laden zu Entladen detektiert und das Eingangssignal in Signale zur alternierenden Steuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters aufteilt. 40
13. Vorschaltgerät nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorschaltgerät eine mit einem steuerbaren Schaltmittel (V4) ausgestattete Heizvorrichtung zum Beaufschlagen der Lampenelektroden (E1-E4) der mindestens einen elektrischen Lampe (LP1, LP2) mit einem Heizstrom aufweist und der Mikrocontroller (MC) einen Komparator (K1) aufweist, der den Ladezustand des Ladungsspeichers (C27) mit einem Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung vergleicht und der zum Erzeugen eines Steuersignals zur Pulsweitenmodulation des steuerbaren Schaltmittels (V4) der Heizvorrichtung dient. 45
14. Vorschaltgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzwert mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR4) einstellbar ist. 50
15. Vorschaltgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrocontroller (MC) Syn-

chronisationsmittel (SR1) zur Synchronisierung des steuerbaren Schaltmittels (V4) der Heizvorrichtung mit einem Schaltmittel (V2) des Wechselrichters aufweist.

16. Vorschaltgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Gleichspannungsversorgungsschaltung einen Hochsetzsteller zur Leistungsfaktorkorrektur und / oder zum Erzielen einer möglichst sinusförmigen Netzstromentnahme aufweist,
- der Mikrocontroller (MC) eine zweite Vorrichtung (SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines zweiten Ladungsspeichers (C26) aufweist,
- der Mikrocontroller (MC) zweite Steuermittel für diese zweite Vorrichtung (SQ2, SS2) zum Steuern der Ladevorgänge und / oder der Entladevorgänge aufweist, und
- der Mikrocontroller (MC) zweite Auswertungsmittel aufweist, die dazu dienen, die zum Umladen des zweiten Ladungsspeichers (SQ2, SS2) zwischen unterschiedlichen Ladezuständen erforderlichen Zeitspannen auszuwerten und in Abhängigkeit davon ein Pulsweitenmodulationssteuersignal und/oder Frequenzsteuersignal für das steuerbare Schaltmittel (V1) des Hochsetzstellers zu erzeugen.

17. Vorschaltgerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Auswertungsmittel einen ersten Komparator (K2, K3) zum Vergleich des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem ersten Spannungswert und einen zweiten Komparator (K4) zum Vergleich des Ladezustands des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem zweiten, niedrigeren Spannungswert aufweisen, und dass die zweiten Steuermittel der zweiten Vorrichtung (SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers Schaltmittel (FL1) aufweisen, die zum Umschalten der zweiten Vorrichtung (SQ1, SS1; SQ2, SS2) von Laden zu Entladen des zweiten Ladungsspeichers (C26) bei Erreichen des ersten Spannungswertes und zum Umschalten der zweiten Vorrichtung (SQ2, SS2) von Entladen zu Laden des zweiten Ladungsspeichers (C26) bei Erreichen des zweiten, geringeren Spannungswertes dienen.

18. Vorschaltgerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Spannungswert oder der zweite Spannungswert mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR7) einstellbar ist.

19. Vorschaltgerät nach Anspruch 11 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtungen (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und

Entladen eines Ladungsspeichers jeweils eine steuerbare Stromquelle (SQ1; SQ2) zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers (C27) beziehungsweise des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem einstellbaren Ladestrom und jeweils eine steuerbare Stromsenke (SS1; SS2) zum Beaufschlagen des Ladungsspeichers (C27) beziehungsweise des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem einstellbaren Entladestrom aufweisen.

20. Vorschaltgerät nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellungen der steuerbaren Stromquellen (SQ1; SQ2) und der steuerbaren Stromsenken (SS1; SS2) in Bezug auf einen Referenzstrompegel (IR) jeweils mit einer Auflösung von mindestens 8 Bit variierbar sind.

21. Vorschaltgerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzstrompegel (IR) für den Ladestrom und den Entladestrom mittels eines ohmschen Widerstandes (R30) vorgebar ist.

22. Vorschaltgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein steuerbares Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters und / oder das steuerbare Schaltmittel (V4) der Heizvorrichtung und / oder das steuerbare Schaltmittel (V1) des Hochsetzstellers über ein setz- und rücksetzbares Statusbit aktivierbar und deaktivierbar ist beziehungsweise sind.

23. Vorschaltgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller (MC) Schnittstellen (18, 19; 15, 16; 20, 21, 3) zur Erfassung von Betriebsparametern des Wechselrichters oder / und der mindestens einen elektrischen Lampe (LP1, LP2) oder / und des Hochsetzstellers besitzt und eine programmgesteuerte Einrichtung (A) aufweist, die zur Auswertung der Betriebsparameter und zur Ermittlung von Stellwerten für die Steuerung der Vorrichtungen (SQ1, SS1; SQ2, SS2) zum abwechselnden Laden und Entladen eines Ladungsspeichers und/oder zur Ermittlung des Referenzwertes für die Lampenelektrodenheizung und / oder zur Ermittlung des ersten oder zweiten Spannungswertes dient.

24. Vorschaltgerät nach Anspruch einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorschaltgerät Anschlüsse (J3, J4) und Mittel (DS) zur Kommunikation mit einer externen Steuervorrichtung besitzt und der Mikrocontroller (MC) Schnittstellen (5, 6) aufweist, die an die Anschlüsse (J3, J4) gekoppelt sind.

25. Verfahren zum Betreiben mindestens einer elektrischen Lampe (LP1, LP2) mit Hilfe eines Vorschaltgerätes, das einen Wechselrichter mit einer einen

Mikrocontroller (MC) enthaltenden Steuerschaltung für die Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters aufweist und mindestens einen an den Wechselrichter gekoppelten Lastkreis mit Anschlüssen (X1-X8) für die mindestens eine elektrische Lampe (LP1, LP2) besitzt,

dadurch gekennzeichnet, dass mit Hilfe des Mikrocontrollers (MC)

- ein Ladungsspeicher (C27) abwechselnd mit einem Ladestrom und einem Entladestrom beaufschlagt wird,
- die Dauer der abwechselnden Lade- und Entladevorgänge des Ladungsspeichers (C27) ausgewertet wird und in Abhängigkeit davon ein Frequenzsteuersignal oder/und ein Pulsweitenmodulationssteuersignal zur alternierenden Steuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters erzeugt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umschalten von Entladen zu Laden des Ladungsspeichers (C27) oder von Laden zu Entladen des Ladungsspeichers (C27) detektiert wird und mittels eines Frequenzteilers (FT1) oder eines Impulsteilers Steuersignale zur alternierenden Steuerung der Schaltmittel (V2, V3) des Wechselrichters erzeugt werden.

27. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lampenelektroden (E1-E4) der mindestens einen elektrischen Lampe (LP1, LP2) mit einem Heizstrom beaufschlagt werden, wobei der Heizstrom mittels eines steuerbaren Schaltmittels (V4) geregelt wird, indem für das steuerbare Schaltmittel (V4) mit Hilfe eines Komparators (K1), der den Ladezustand des Ladungsspeichers (C27) mit einem Referenzwert für die Lampenelektrodenheizung vergleicht, pulsweitenmodulierte Steuersignale erzeugt werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzwert in Abhängigkeit von der gewünschten Heizleistung eingestellt wird und in einem Schreib-Lese-Speicher (DR4) des Mikrocontrollers (MC) gespeichert wird.

29. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das steuerbare Schaltmittel (V4) zur Regelung des Heizstroms synchron mit einem Schaltmittel (V2) des Wechselrichters eingeschaltet wird und die Einschaltdauer des steuerbaren Schaltmittels (V4) zur Regelung des Heizstroms kleiner oder gleich der Einschaltdauer des Schaltmittels (V2) des Wechselrichters ist.

30. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleichspannung zur Span-

nungsversorgung des Wechselrichters mittels eines Hochsetzstellers geregelt wird, um eine Leistungsfaktorkorrektur oder/und eine sinusförmige Netzstromentnahme zu gewährleisten, wobei Pulsweitenmodulationssteuersignale und / oder Frequenzsteuersignale für das steuerbare Schaltmittel (V1) des Hochsetzstellers mit Hilfe des Mikrocontrollers (MC) erzeugt werden, indem ein zweiter Ladungsspeicher (C26) zwischen unterschiedlichen Ladezuständen umgeladen wird und die Zeitspannen zum Umladen des zweiten Ladungsspeichers (C26) zur Erzeugung der Pulsweitenmodulationssteuersignale und / oder Frequenzsteuersignale für das steuerbare Schaltmittel (V1) des Hochsetzstellers ausgewertet werden.

31. Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe eines ersten Komparators (K2, K3) der Ladezustand des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem ersten Spannungswert verglichen wird und mit Hilfe eines zweiten Komparators (K4) der Ladezustand des zweiten Ladungsspeichers (C26) mit einem zweiten, niedrigeren Spannungswert verglichen wird, wobei bei Erreichen des ersten Spannungswertes der Ladevorgang des zweiten Ladungsspeichers (C26) beendet und der Entladevorgang des zweiten Ladungsspeichers (C26) gestartet wird, und wobei bei Erreichen des zweiten, niedrigeren Spannungswertes der Entladevorgang des zweiten Ladungsspeichers (C26) beendet und der Ladevorgang gestartet wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Spannungswert oder / und der zweite Spannungswert mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR7) eingestellt werden.

33. Verfahren nach Anspruch 25 oder 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ladestrom mittels einer Stromquelle (SQ1; SQ2) generiert wird und die Stromstärke mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR1; DR6) eingestellt wird.

34. Verfahren nach Anspruch 25 oder 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Entladestrom mittels einer Stromsenke (SS1; SS2) generiert wird und die Stromstärke mittels eines Schreib-Lese-Speichers (DR2; DR5) eingestellt wird.

35. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 25 bis 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe des Mikrocontrollers (MC) Istwerte von Betriebsparametern des Wechselrichters und / oder der mindestens einen elektrischen Lampe (LP1, LP2) und/oder der Gleichspannungsversorgungsschaltung des Wechselrichters überwacht und zur Steuerung der Lade- bzw. Entladevorgänge der Ladungsspeicher (C27; C26) oder / und zur Bestim-

mung des Referenzwertes für die Lampenelektrodenheizung oder / und zur Bestimmung des ersten oder / und zweiten Spannungswertes ausgewertet werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

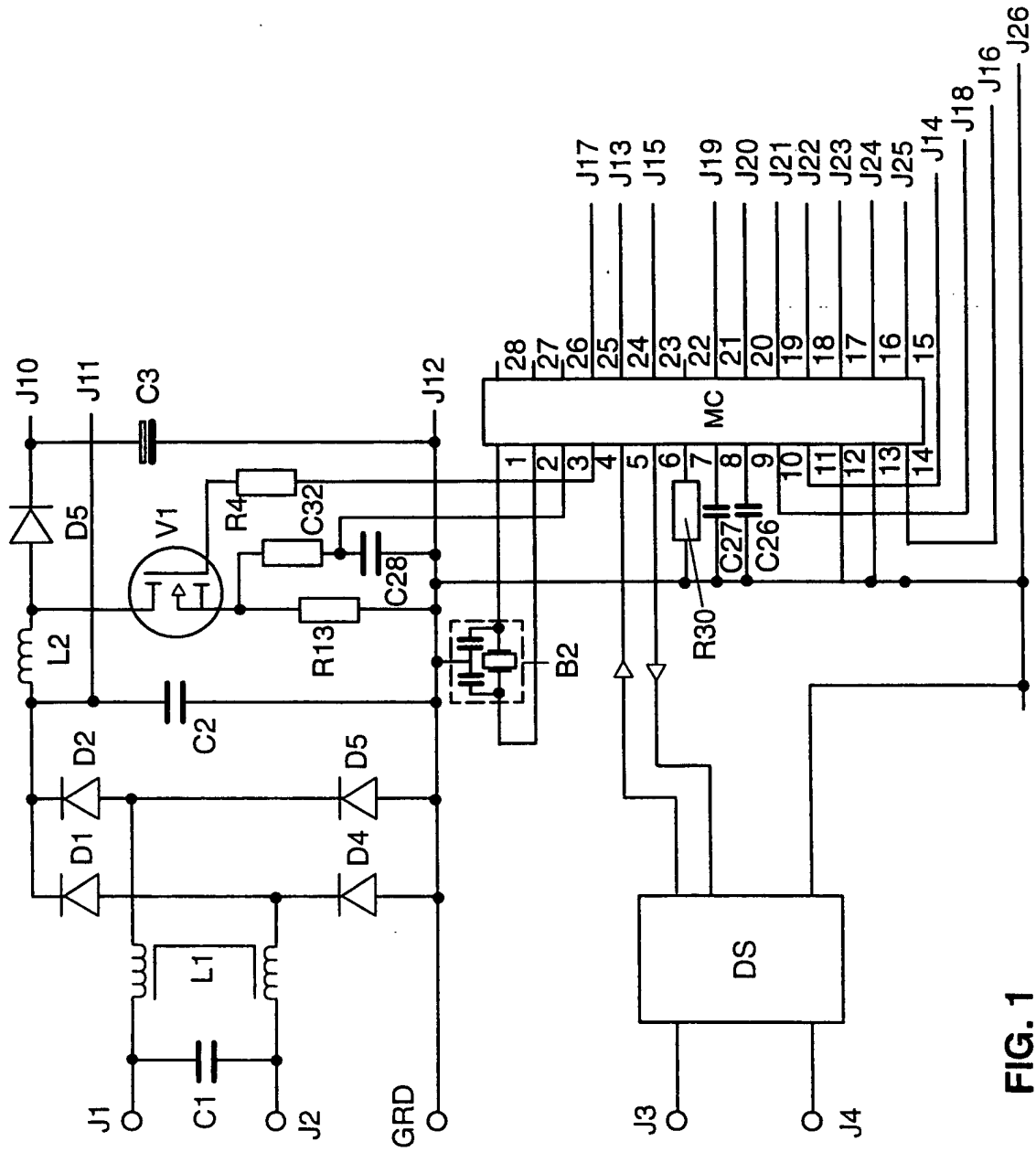


FIG. 1

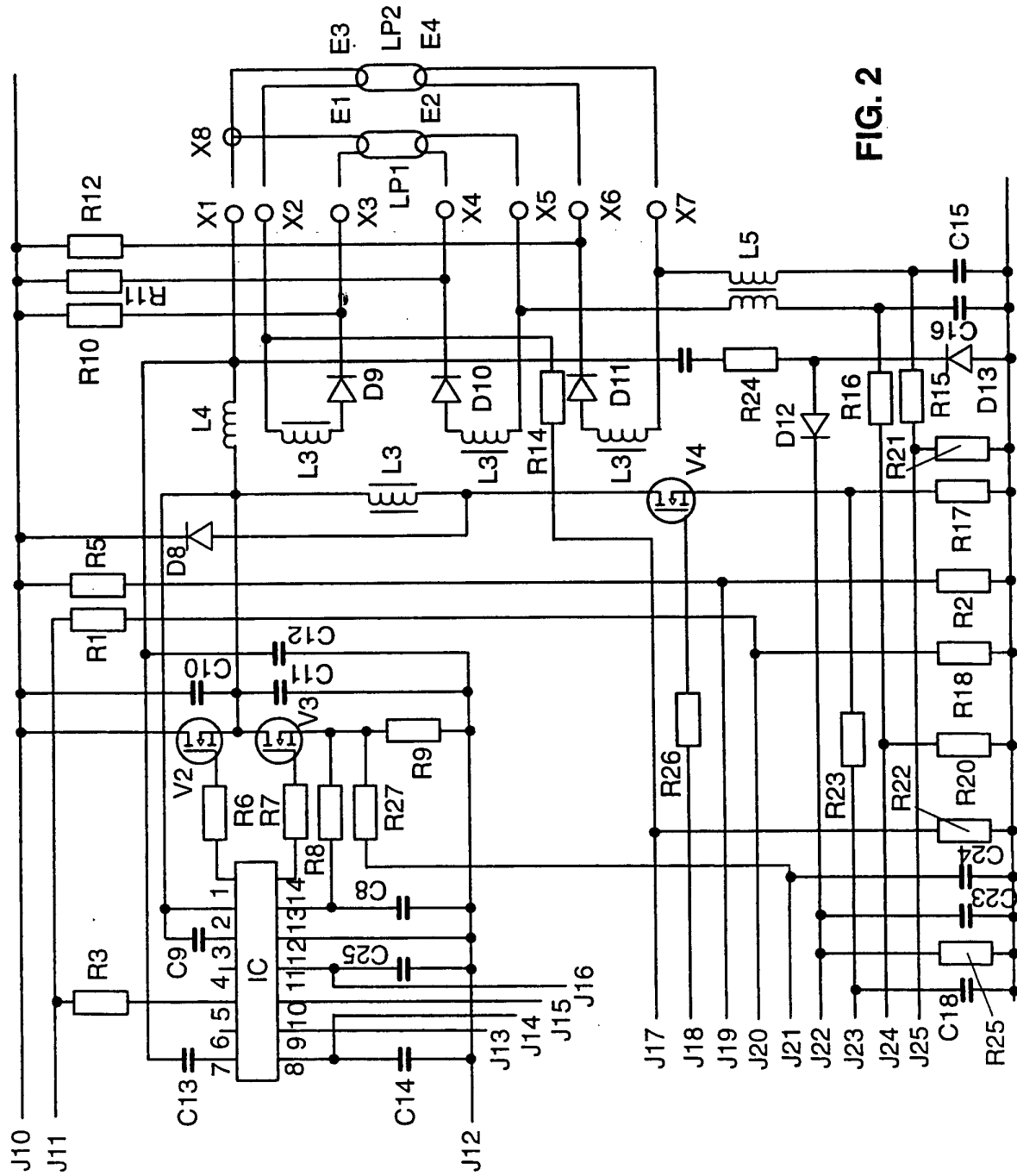


FIG. 2

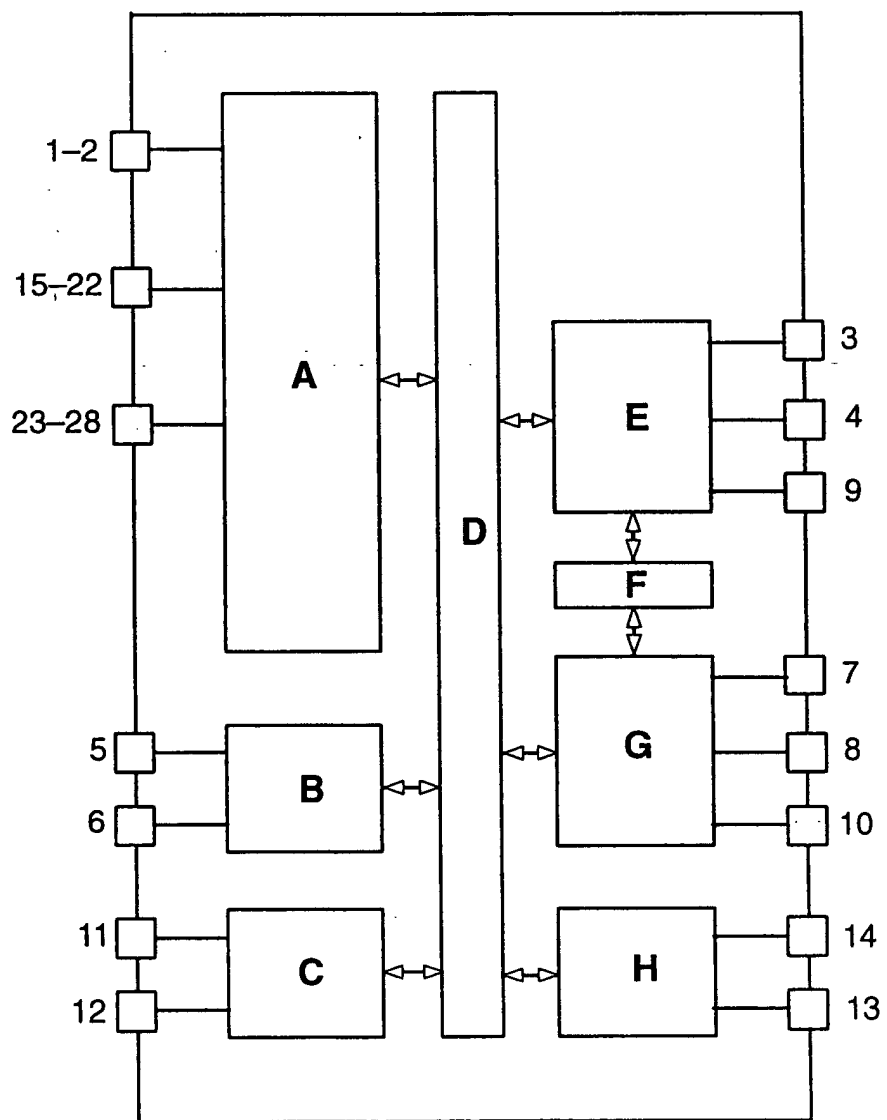


FIG. 3

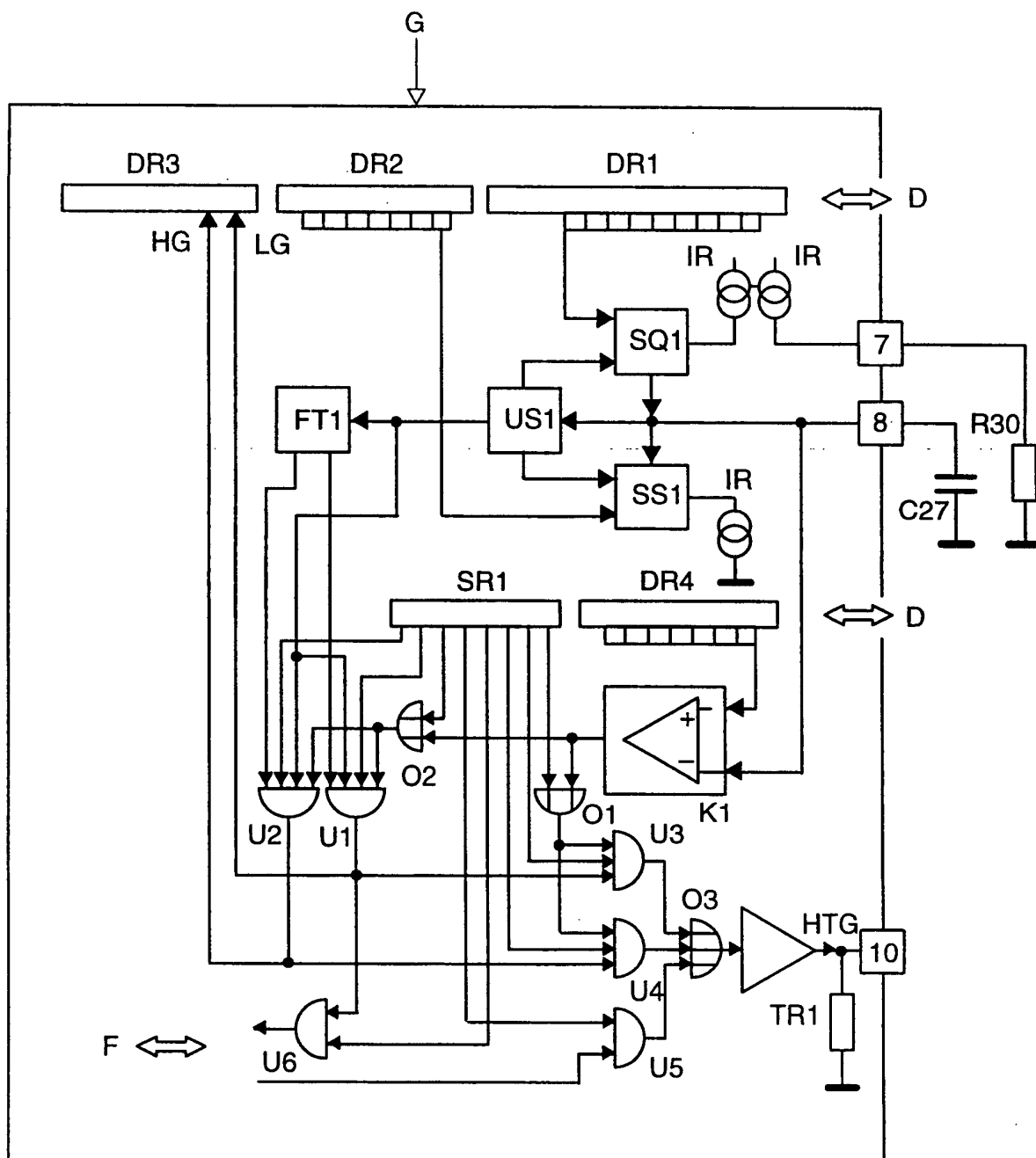


FIG. 4

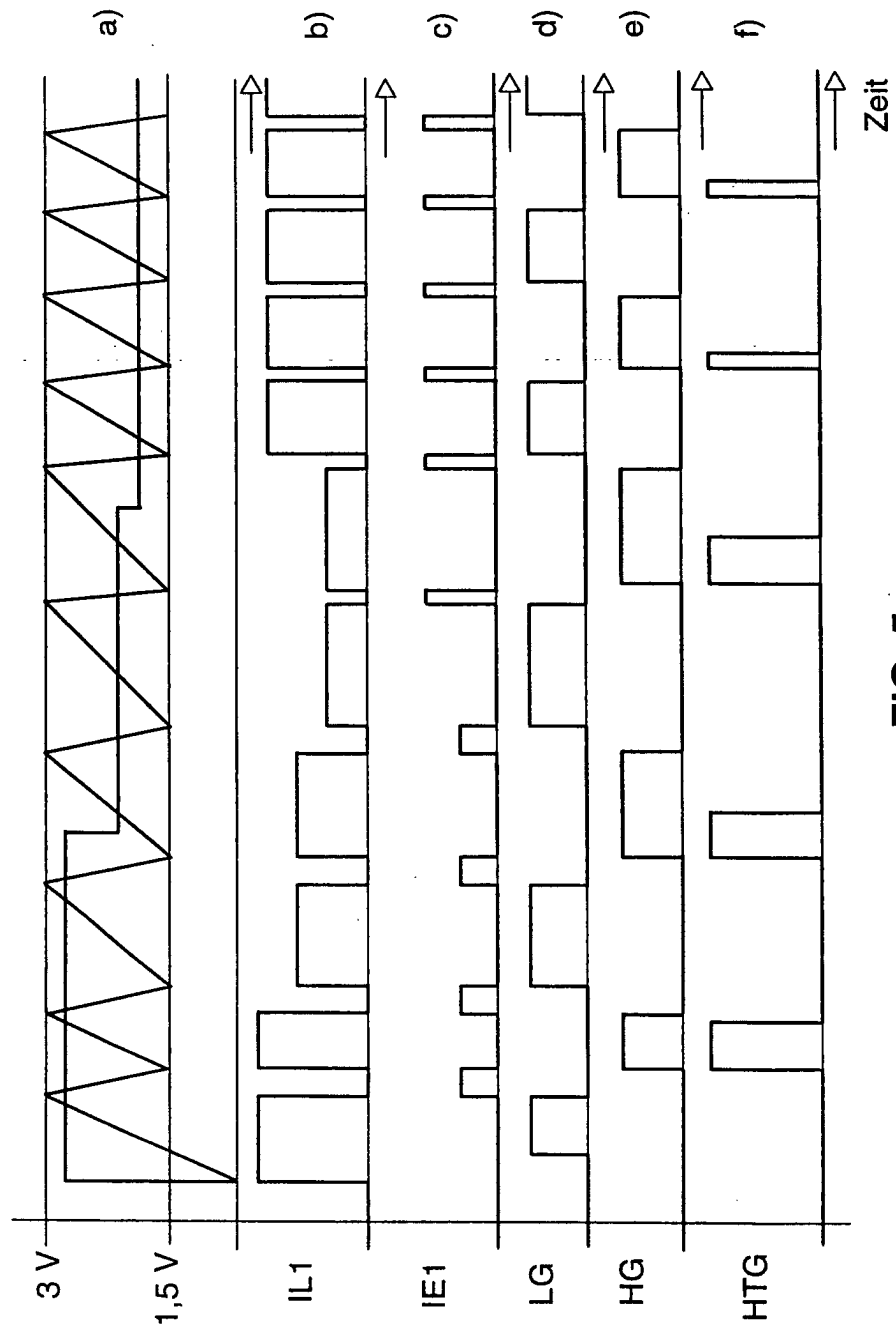
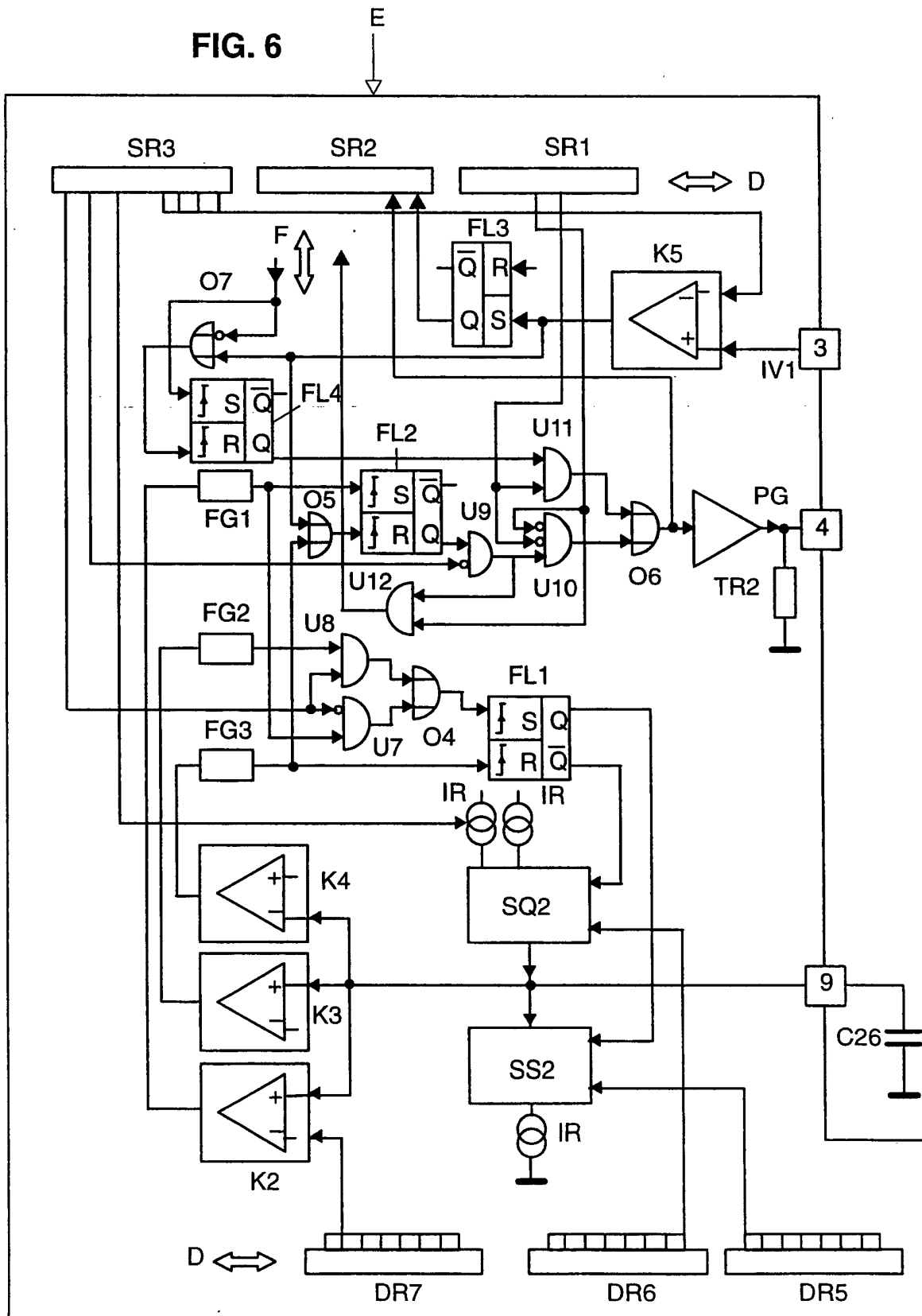


FIG. 5

FIG. 6



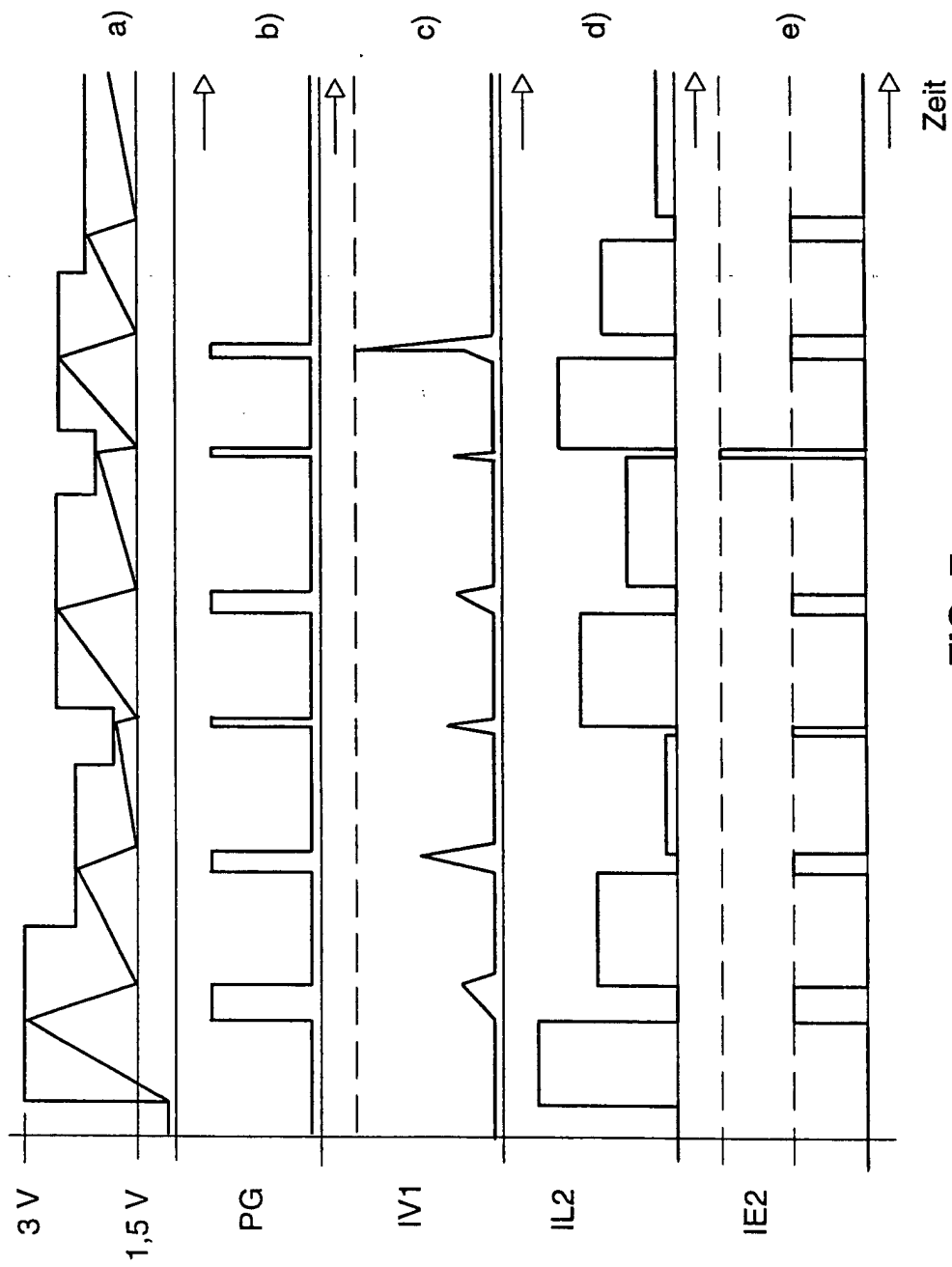


FIG. 7