



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 09 024.2**
 (22) Anmeldetag: **24.02.2001**
 (43) Offenlegungstag: **05.09.2002**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **02.02.2012**

(51) Int Cl.: **H02M 3/10** (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
**Automotive Lighting Reutlingen GmbH, 72762,
 Reutlingen, DE**

(74) Vertreter:
Dreiss Patentanwälte, 70188, Stuttgart, DE

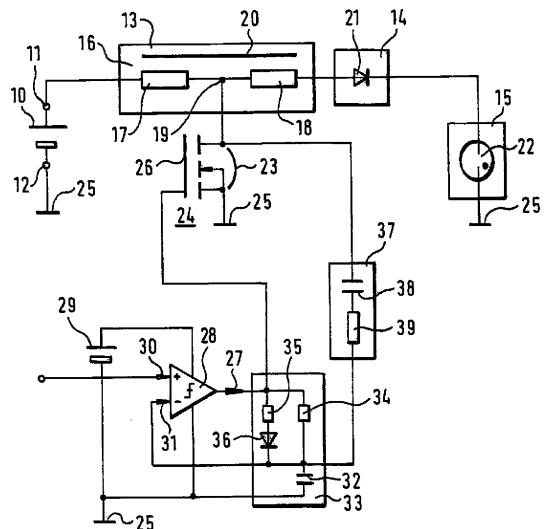
(72) Erfinder:
Schackmann, Frank, 72760, Reutlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE	34 17 194	C2
DE	43 40 991	A1
DE	44 10 738	A1
DE	197 02 654	A1
DE	198 39 703	A1
US	3 675 158	A
US	5 689 178	A

(54) Bezeichnung: **Spannungswandler**

(57) Hauptanspruch: Getakteter Spannungswandler mit einem induktiven Element (13), das über einen Schalter (24) mit einer Energiequelle (10) verbindbar ist, mit einer an einem Verbindungspunkt des induktiven Elements (13) mit dem Schalter (24) angeschlossenen Entkopplungsschaltung (14), die in Abhängigkeit von der Spannung am Schalter (24) eine Last (15) abtrennt, mit einem Zeitglied (33) in der Ansteuerung des Schalters (24), das die Ein- oder Ausschaltzeit des Schalters (24) vorgibt, wobei eine erste Kondensator (38) enthaltende kapazitive Kopplungsschaltung (37) vorgesehen ist, die den Verbindungspunkt des induktiven Elements (13) und des Schalters (24) mit dem Zeitglied (33) verbindet und über die am Schalter (24) auftretenden Spannungssprünge (Null, U_S , U_{BR}) die vom Zeitglied (33) vorgegebene Zeit beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ansteuerung des Schalters (24) ein Komparator (28) vorgesehen ist, der die Spannung (U_C) an einem ersten Kondensator (32) des Zeitglieds (33) mit einem Sollwertpegel ($U_{CS, Soll}$, $U_{CBR, Soll}$) vergleicht, und dass ein vom Komparator...



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Spannungswandler nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs. Ein solcher Spannungswandler ist aus der US 3 675 158 A bekannt. Weitere Spannungswandler sind aus den Druckschriften DE 34 17 194 C2, US 5 689 178 A und DE 198 39 703 A1 bekannt.

[0002] Aus der DE 44 10 738 A1 ist ein Spannungswandler bekannt geworden, dessen Ansteuersignal von einem Zeitglied bereitgestellt wird, das ein RC-Glied enthält. Das Zeitglied wird beaufschlagt von einem Signal, das ein Maß für den durch einen Schalttransistor fließenden Strom ist. Der Strom wird mittelbar erfasst über die an der Schaltstrecke des Schalttransistors abfallenden Spannung. Eine Entkopplung des Zeitglieds von der übrigen Schaltung während des abgeschalteten Zustands des Schalttransistors erfolgt über eine Diode.

[0003] Aus der DE 197 02 654 A1 ist eine Ausgestaltung des in der DE 44 10 738 A1 beschriebenen Spannungswandlers bekannt geworden. Zusätzlich zur Entkopplung des Zeitglieds während des abgeschalteten Zustands des Schalttransistors ist eine weitere Entkopplung mit einer zusätzlichen Diode vorgesehen, die auf der Steuerseite des Schalttransistors angeordnet ist. Die vollständige Entkopplung des Zeitglieds sowohl von der Steuerseite als auch von der zur Stromerfassung herangezogenen Schaltstrecke des Schalttransistors ermöglicht eine einfache Bemessung des Zeitglieds ohne auf unterschiedliche Betriebszustände Rücksicht nehmen zu müssen.

[0004] Aus der DE 43 40 991 A1 ist ein weiterer Spannungswandler bekannt geworden, der ebenfalls angesteuert wird in Abhängigkeit vom Strom, der durch einen Schalttransistor fließt. Der Strom wird von einem Shunt erfaßt. Ein vorhandenes Zeitglied beeinflusst die Einschaltdauer oder die Ausschaltdauer des Schalttransistors. Das Zeitglied ist an der Schaltstrecke des Schalttransistors angeschlossen und wird mit der am Schalttransistor auftretenden Spannung betrieben. Das Zeitglied ist als RC-Kombination realisiert.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vereinfachte Ansteuerung eines Spannungswandlers anzugeben, der eine elektrische Last, die in zwei Betriebszuständen einen unterschiedlichen Strombedarf und einen unterschiedlichen Spannungsbedarf aufweist, jeweils bedarfsgerecht mit Energie versorgt.

[0006] Die Aufgabe wird durch die im unabhängigen Anspruch enthaltenen Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0007] Der erfindungsgemäße Spannungswandler enthält ein induktives Element, das über einen Schalter mit einer Spannungsquelle verbindbar ist. An dem Verbindungspunkt des induktiven Elements mit dem Schalter ist eine Entkopplungsschaltung angeschlossen, die in Abhängigkeit von der Spannung am Schalter eine vorgegebene Last abtrennt. In der Ansteuerung des Spannungswandlers ist ein Zeitglied enthalten, das die Einschaltdauer und/oder die Ausschaltdauer des Schalters bestimmt. Erfindungsgemäß ist eine einen Kondensator enthaltende kapazitive Kopplungsschaltung vorgesehen, die den Verbindungspunkt des induktiven Elements mit dem Schalter mit dem Zeitglied verbindet und dadurch über die am Schalter auftretenden Spannungssprünge die vom Zeitglied festgelegte Zeit beeinflusst.

[0008] Der erfindungsgemäße Spannungswandler ist mit besonders wenigen elektronischen Bauteilen realisierbar und daher kostengünstig herstellbar.

[0009] Die erfindungsgemäß vorgesehenen Maßnahmen sind bei den Typen von getakteten Spannungswandlern anwendbar, bei denen die Spannung an der Schaltstrecke wenigstens eines Schalters sprungförmige Änderungen aufweisen kann. Dies ist insbesondere der Fall bei Sperrwandlerstrukturen, bei denen die Last zumindest zeitweise durch die Entkopplungsschaltung, die besonders einfach mit einer Diode realisiert werden kann, vom Schalter getrennt ist.

[0010] Eine einfache Steuerung des erfindungsgemäßen Spannungswandlers ist durch den Einsatz eines Komparators möglich, der die Spannung am Kondensator des RC-Glieds mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht. Das Ausgangssignal des Komparators wird dazu herangezogen, das Zeitglied mit seiner Betriebsspannung zu versorgen. Weiterhin kann das Ausgangssignal des Komparators vorteilhafterweise unmittelbar die Ansteuerung eines als Schalter eingesetzten Schalttransistors übernehmen.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Spannungswandlers ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

[0012] Eine besonders einfache Realisierung des Zeitglieds ist mit einer Widerstands-Kondensator-Kombination (RC-Glied) möglich. Das RC-Glied ist besonders kostengünstig realisierbar und kann mit analogen Signalen beaufschlagt werden.

[0013] Eine vorteilhafte Maßnahme sieht vor, dass die wenigstens einen Kondensator enthaltende kapazitive Kopplungsschaltung

zitive Kopplungsschaltung am Kondensator des RC-Glieds angeschlossen ist. Diese einfache schaltungs-technische Maßnahme ermöglicht einen Ladungstransfer von der kapazitiven Kopplungsschaltung unmittelbar zum Kondensator des RC-Glieds ohne die Zwischenschaltung von Treiberschaltungen wie beispielsweise gesteuerte Stromquellen.

[0014] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht eine Reihenschaltung eines ohmschen Widerstands zum Kondensator der kapazitiven Kopplungsschaltung vor. Der ohmsche Widerstand wirkt als Strombegrenzung und ergibt zusammen mit dem Kondensator der kapazitiven Kopplungsschaltung einerseits und dem Kondensator des Zeitglieds andererseits eine Zeitkonstante, die eine Beeinflussung der Vorgänge während des Auftretens von Schaltflanken ermöglicht.

[0015] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass das Zeitglied in der Ansteuerung des erfindungsgemäßen Spannungswandlers unterschiedliche Dauern für den Einschaltzustand und für den Ausschaltzustand des Schalttransistors vorgibt. Mit dieser Maßnahme ist eine weitere Möglichkeit zur Steuerung des Spannungswandlers eröffnet. Die unterschiedlichen Zeitdauern können besonders einfach realisiert werden durch den Einsatz von zwei unterschiedlichen ohmschen Widerständen des RC-Glieds, wobei ein Ladewiderstand in Reihe geschaltet ist mit einer Entkopplungsdiode. Die Entkopplungsdiode sorgt dafür, dass der zweite ohmsche Widerstand nur während beispielsweise des Ladevorgangs des Kondensators des Zeitglieds wirksam ist, nicht dagegen während des Entladevorgangs.

[0016] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Spannungswandlers sieht vor, dass das induktive Element als Transformator realisiert ist. Der Einsatz eines Transformators ermöglicht die Verwendung eines Schalters, insbesondere eines Schalttransistors, mit einer geringeren zulässigen Betriebsspannung als sie die Last benötigt.

[0017] Die erfindungsgemäß vorgesehenen Maßnahmen ermöglichen insbesondere das Betreiben einer elektrischen Last, die variabel ist und zu unterschiedlichen Zeitpunkten unterschiedliche Betriebsspannungen bzw. Lastströme benötigt. Eine solche Last ist beispielsweise eine Gasentladungslampe. Das Betriebsverhalten der Gasentladungslampe kann wenigstens näherungsweise in zwei Phasen eingeteilt werden. Nach dem Entzünden beginnt die Startphase, gefolgt von der Brennphase. Bei einer Hochdruckgasentladungslampe liegt in der Startphase aufgrund der noch nicht verdampften Dotierstoffe ein kleiner Innenwiderstand vor, der sich in der Brennphase erhöht.

[0018] Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Spannungswandlers sieht

vor, dass der in der kapazitiven Kopplungsschaltung enthaltene Kondensator in Abhängigkeit von beispielsweise zwei Ausgangsspannungsbereichen bemessen ist, derart, dass beim Vorliegen eines ersten Bereichs und einem Auftreten eines Spannungssprungs am Schalter die vom Zeitglied bestimmte Ein- oder Ausschaltzeit nicht beeinflusst wird, dagegen beim Vorliegen des zweiten Ausgangsspannungsbereichs und beim Auftreten des Spannungssprungs die Ein- oder die Ausschaltzeit dagegen beeinflusst. Mit dieser vorteilhaften Bemessung des Kondensators ist eine geeignete Steuerung des Spannungswandlers zum Betreiben der variablen Last ohne zusätzlichen Steuerungs- oder Regelungsaufwand realisierbar.

[0019] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung.

Zeichnung

[0020] **Fig. 1** zeigt ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers, **Fig. 2a–Fig. 2d** zeigen Signalverläufe in Abhängigkeit von der Zeit in einer ersten Betriebsphase einer Last und die **Fig. 3a–Fig. 3d** zeigen Signalverläufe in Abhängigkeit von der Zeit in einer zweiten Betriebsphase einer Last.

[0021] **Fig. 1** zeigt eine Energiequelle **10**, die einen ersten Anschluß **11** und einen zweiten Anschluß **12** aufweist. Der erste Anschluß **11** der Energiequelle **10** ist über ein induktives Element **13** und über eine Entkopplungsschaltung **14** mit einer Last **15** verbunden.

[0022] Das induktive Element **13** enthält einen Transformator **16**, der eine Primärwicklung **17**, eine Sekundärwicklung **18**, eine Mittenanzapfung **19** sowie eine magnetische Kopplung **20** aufweist. Die Entkopplungsschaltung **14** enthält eine erste Diode **21**. Die Last **15** enthält eine Gasentladungslampe **22**.

[0023] Die Mittenanzapfung **19** des Transformators **16** ist über eine Schaltstrecke **23** eines Schalters **24** mit einer elektrischen Schaltungsmasse **25** verbindbar.

[0024] An der elektrischen Schaltungsmasse **25** sind weiterhin die Energiequelle **10** über ihren zweiten Anschluß **12** sowie die Gasentladungslampe **22** der Last **15** angeschlossen.

[0025] Ein Steuereingang **26** des Schalters **24** wird von einem Schaltsignal **27** beaufschlagt, das ein Komparator **28** bereitstellt. Der Komparator **28** wird von einer Hilfsenergiequelle **29** mit elektrischer Energie versorgt. Der Komparator **28** vergleicht einen Sollwert **30** mit einem Istwert **31**. Der Istwert **31** tritt an einem ersten Kondensator **32** auf, der in einem

Zeitglied **33** enthalten ist. Der erste Kondensator **32** ist mit der elektrischen Schaltungsmasse **25** verbunden, an der gleichfalls die Hilfsenergiequelle **29** und der Komparator **28** angeschlossen sind.

[0026] Das Schaltsignal **27** des Komparators **28** gelangt weiterhin an einen ersten Widerstand **34** und einen zweiten Widerstand **35** des Zeitglieds **33**. Der erste Widerstand **34** ist unmittelbar mit dem ersten Kondensator **32** verbunden. Der zweite Widerstand **35** ist in Reihe mit einer zweiten Diode **36** geschaltet, die am ersten Kondensator **32** angeschlossen ist.

[0027] Am ersten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** ist weiterhin eine kapazitive Kopplungsschaltung **37** angeschlossen, die eine Reihenschaltung aus einem zweiten Kondensator **38** und einem dritten Widerstand **39** enthält. Die kapazitive Kopplungsschaltung **37** ist an der Schaltstrecke **23** des Schalters **24** angeschlossen, die mit der Mittenanzapfung **19** des Transformators **16** verbunden ist.

[0028] **Fig. 2a** zeigt das Schaltsignal **27** in Abhängigkeit von der Zeit t . Das Schaltsignal **27** weist einen Ausschaltpegel U_{Aus} und einen Einschaltpegel U_{Ein} auf. Der Einschaltpegel U_{Ein} liegt zwischen einem ersten und zweiten Zeitpunkt T_1, T_2 vor.

[0029] **Fig. 2b** zeigt eine Schaltspannung U_{DS} , die an der Schaltstrecke **23** des Schalters **24** auftritt. Der Beginn zum ersten Zeitpunkt T_1 des zeitlichen Verlaufs der Schaltspannung U_{DS} ist bei einer Spannung angenommen, die der Betriebsspannung U_{B} der Energiequelle **10** entspricht. Die Schaltspannung U_{DS} ändert sich während des ersten Zeitpunkts T_1 auf den Betrag Null. Zum zweiten Zeitpunkt T_2 springt die Schaltspannung U_{DS} auf den Pegel einer Startspannung U_{S} , der von der Last **15** beeinflusst ist, die sich in einem ersten Betriebszustand befindet. Zu einem dritten Zeitpunkt T_3 springt die Schaltspannung U_{DS} wieder auf den Pegel Null.

[0030] **Fig. 2c** zeigt einen zeitlichen Verlauf des in der Primärwicklung **17** des Transformators **16** fließenden Stroms I_{TR} . Der Strom I_{TR} nimmt zwischen dem ersten und zweiten Zeitpunkt T_1, T_2 von einem ersten Startstrompegel I_{S1} zu auf einen zweiten Startstrompegel I_{S2} und fällt bis zum dritten Zeitpunkt T_3 wieder zurück auf den ersten Startstrompegel I_{S1} . Der Sprung im Stromverlauf zum zweiten Zeitpunkt T_2 wird später erläutert.

[0031] **Fig. 2d** zeigt die Spannung U_{C} am ersten Kondensator **32** in Abhängigkeit von der Zeit t . Der Spannungsverlauf beginnt zum ersten Zeitpunkt T_1 bei einem ersten Startphasenpegel U_{CS1} und steigt bis zum zweiten Zeitpunkt T_2 auf einen Startphasensollwert $U_{\text{CS,Soll}}$. Zum zweiten Zeitpunkt T_2 springt die Kondensatorspannung U_{C} auf eine zweiten Startpha-

senpegel U_{CS2} und nimmt bis zum dritten Zeitpunkt T_3 wieder ab auf den Startphasensollwert $U_{\text{CS,Soll}}$.

[0032] **Fig. 3a** zeigt wieder die Schaltspannung **27** mit ihren beiden Pegeln $U_{\text{Aus}}, U_{\text{Ein}}$ in Abhängigkeit von der Zeit t .

[0033] **Fig. 3b** zeigt wieder die Schaltspannung U_{DS} an der Schaltstrecke **23** des Schalters **24** in Abhängigkeit von der Zeit t . Die Schaltspannung soll zu einem vierten Zeitpunkt T_4 wieder bei der Betriebsspannung U_{B} der Energiequelle **10** beginnend auf den Pegel Null zurückfallen. Zum fünften Zeitpunkt T_5 springt die Schaltspannung U_{DS} auf eine Brennspannung U_{BR} , die von einem zweiten Betriebszustand der Last **15** beeinflusst ist.

[0034] **Fig. 3c** zeigt wieder den in der Primärwicklung **17** des Transformators **16** auftretenden Strom I_{TR} , der zum vierten Zeitpunkt T_4 bei einem ersten Brennstrompegel I_{BR1} beginnt, der bei Null liegt und bis zum fünften Zeitpunkt T_5 ansteigt auf einen zweiten Brennstrompegel I_{BR2} . Bis zum sechsten Zeitpunkt T_6 fällt der Strom I_{TR} vom zweiten Brennstrompegel I_{BR2} wieder auf den ersten Brennstrompegel I_{BR1} zurück, der dem Pegel Null entspricht. Der Sprung im Stromverlauf zum fünften Zeitpunkt T_5 wird wieder später erläutert.

[0035] **Fig. 3d** zeigt wieder die Spannung U_{C} am ersten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** in Abhängigkeit von der Zeit t . Zum vierten Zeitpunkt T_4 beginnt die Kondensatorspannung U_{C} bei einem ersten Brennspannungspegel U_{BR1} und steigt bis zum fünften Zeitpunkt T_5 an auf einen Brennphasensollwert $U_{\text{CBR,Soll}}$. Zum Zeitpunkt T_5 springt die Kondensatorspannung U_{C} auf einen zweiten Brennspannungspegel U_{BR2} und fällt bis zum sechsten Zeitpunkt T_6 ab auf einen dritten Brennspannungspegel U_{BR3} , um dann noch beim sechsten Zeitpunkt T_6 weiter abzufallen auf den ersten Brennspannungspegel U_{BR1} . Der erfindungsgemäße Spannungswandler arbeitet folgendermaßen:

Die Betriebsspannung U_{B} der Energiequelle **10** muss zum Betreiben der Last **15** auf geeignete Spannungspegel umgesetzt werden. Eine spezielle Ausgestaltung eines Spannungswandlers ist vorzusehen, wenn die Last **15** variabel ist und in Abhängigkeit von ihrem Betriebszustand einen unterschiedlichen Leistungsbedarf aufweist. Eine besondere Herausforderung liegt vor, wenn in unterschiedlichen Betriebsphasen der Last **15** sich sowohl Strom als auch Spannung ändern.

[0036] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist als Last **15** die Gasentladungslampe **22** vorgesehen, bei der nach dem Zündvorgang, auf den nicht im einzelnen eingegangen wird, ein erster Betriebszustand folgt, der als Startphase bezeichnet werden soll. Daran anschließend geht die Gasentladungslampe über in ei-

nen zweiten Betriebszustand, der als Brennphase bezeichnet werden soll.

[0037] Bei einer Hochdruck-Gasentladungslampe, wie sie beispielsweise in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird, können folgende Werte auftreten:

In der Startphase beträgt die Startspannung U_S beispielsweise 28 V bei einem Betriebsstrom von beispielsweise 2,6 A, während in der anschließenden Brennphase die Brennspannung U_{BR} bei beispielsweise 85 V liegt, wobei der Strom absinkt auf beispielsweise 0,4 A.

[0038] Der Spannungswandler ist als getakteter Hochsetzsteller mit einer Sperrwandlerstruktur realisiert. Während des eingeschalteten Zustands der Schaltstrecke **23** des Schalters **24**, vorzugsweise ein Schalttransistor, ist das induktive Element **13** mit der Energiequelle **10** verbunden. Der Einschaltzustand liegt zwischen dem ersten und zweiten Zeitpunkt T_1 , T_2 sowie zwischen dem vierten und fünften Zeitpunkt T_4 , T_5 vor. Während der Einschaltzeit wird das induktive Element **13** aufmagnetisiert.

[0039] Während des Abschaltzustands, der zwischen dem zweiten und dritten Zeitpunkt T_2 , T_3 sowie zwischen dem fünften und sechsten Zeitpunkt T_5 , T_6 vorliegt, kommutiert die elektrische Energie über die Entkopplungsschaltung **14** auf die Last **15**. Die Entkopplungsschaltung **14** ist als erste Diode **21** realisiert, die dafür sorgt, dass die Last **15** im abgeschalteten Zustand des Schalters **24** vom Schalter **24** entkoppelt ist.

[0040] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das induktive Element **13** als ein Transformator **16** realisiert, dessen Primärwicklung **17** mit der Energiequelle **10** verbunden ist und die über den Schalter **24** aufmagnetisiert werden kann. Die Sekundärwicklung **10** des Transformators **16** ist bereits einem Lastkreis zuzuordnen, der die Entkopplungsschaltung **14** und die Last **15** enthält. Die in der Primärwicklung **17** während der Einschaltzeit des Schalters **24** gespeicherte magnetische Energie wird während der Ausschaltzeit des Schalters **24** über die Sekundärwicklung **18** der Last **15** als elektrische Energie zur Verfügung gestellt.

[0041] Der Lastkreis ist vereinfacht dargestellt. In einer realisierten Schaltung werden zur Zwischenspeicherung der elektrischen Energie kapazitive Elemente nach der Entkopplungsschaltung **14** benötigt. Die Gasentladungslampe **22** wird in einer realisierten Schaltung vorzugsweise über eine hier nicht näher gezeigten Wechselrichterschaltung betrieben, welche eine vorliegende Gleichspannung in eine Wechselspannung geeigneter Frequenz zum Betreiben der Gasentladungslampe **22** umwandelt.

[0042] Der als Schalter **24** eingesetzte Schalttransistor ist vorzugsweise ein MOS-Feldeffekttransistor, der gegenüber einem Bipolartransistor eine geringere Steuerleistung benötigt.

[0043] Das Schaltsignal **27** stellt der Komparator **28** an einer nicht näher gezeigten Endstufe bereit, wobei die Energie aus der Hilfsenergiequelle **29** bezogen wird. Der Komparator **28** vergleicht den vorgegebenen Sollwert **30** mit dem Istwert **31**, der der Kondensatorspannung U_C entspricht.

[0044] Bei den in den [Fig. 2a–Fig. 2d](#) und [Fig. 3a–Fig. 3d](#) gezeigten Signalverläufen in Abhängigkeit jeweils von der Zeit t ist davon ausgegangen, dass zwischen dem ersten und dritten Zeitpunkt T_1 , T_3 bzw. dem vierten und sechsten Zeitpunkt T_4 , T_6 ein vollständiger Betriebszyklus vorliegt. Aufgrund der kontinuierlich ineinandergreifenden Vorgänge ist in den [Fig. 2b](#) und [Fig. 3b](#) ein willkürlicher Start zu den Zeitpunkten T_1 bzw. T_4 angenommen, bei dem die Schaltspannung U_{DS} an der Schaltstrecke **23** des Schalttransistors **24** einen Pegel aufweist, der der Betriebsspannung U_B der Energiequelle **10** entspricht.

[0045] Die Energiequelle **10** ist beispielsweise eine Batterie, insbesondere eine Kraftfahrzeugbatterie, aus der die Energie zum Betreiben der Last, insbesondere der in der Last **15** enthaltenen Gasentladungslampe **22** bezogen wird.

[0046] Die Signalverläufe der [Fig. 2a–Fig. 2d](#) liegen bei dem ersten Betriebszustand vor, bei dem die Gasentladungslampe **22** in der Startphase ist. Zum ersten Zeitpunkt T_1 springt demnach die Schaltspannung U_{DS} aufgrund des Schaltsignals **27** auf wenigstens näherungsweise den Pegel Null. Die tatsächlich erreichte Schaltspannung U_{DS} hängt vom Durchlaßwiderstand der Schaltstrecke **23** sowie dem im Transistor **24** fließenden Strom ab. Aufgrund der Verbindung des Mittenabgriffs **19** mit der elektrischen Schaltungsmasse **25** fließt in der Primärwicklung **17** der Strom I_{TR} , der zum ersten Zeitpunkt T_1 , beginnend beim ersten Startstrompegel I_{S1} , ansteigt.

[0047] Aufgrund des auf Einschaltpegel U_{Ein} liegenden Schaltsignals **27** des Komparators **28** wird der erste Kondensator **32** des Zeitglieds **33** einerseits über den ersten Widerstand **34** und andererseits über die Reihenschaltung aus dem zweiten Widerstand **35** und der zweiten Diode **36** geladen. Die sich ergebende Zeitkonstante des die Widerstände **34**, **35** und den ersten Kondensator **32** bildenden RC-Glieds führt zu einem exponentiellen Verlauf der Kondensatorspannung U_C , wobei die Kondensatorspannung U_C ansteigt bis zum Startphasensollwert $U_{CS,Soll}$, auf den der Sollwert **30** während der Startphase der Gasentladungslampe **22** festgelegt ist.

[0048] Beim Erreichen des Startphasensollwerts $U_{CS,Soll}$ zum zweiten Zeitpunkt T_2 springt die Schaltspannung **27** vom Einschaltpegel U_{Ein} auf den Ausschaltpegel U_{Aus} und schaltet den Schalter **24** ab. Die Schaltspannung U_{DS} der Schaltstrecke **23** springt gleichzeitig auf die Startspannung U_S , die von der Gasentladungslampe **23** beeinflusst ist. Nach dem ersten Zeitpunkt T_2 ist die Entkopplung der Last **15** von der Schaltstrecke **23** über die Entkopplungsschaltung **14** aufgehoben, so dass die Spannung an der Last **15**, vermindert gegebenenfalls um die Durchlaß-Spannung der in der Entkopplungsschaltung **14** eingesetzten ersten Diode **21**, am induktiven Element **13** auftritt.

[0049] Aufgrund des Vorhandenseins der Sekundärwicklung **18** wird die Spannung in Abhängigkeit von dem Windungszahlenverhältnis der Primär- und Sekundärwicklung **17**, **18** an der Schaltstrecke **23** reduziert. Im gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht die in den **Fig. 2b** und in **Fig. 3b** gezeigte Startspannung U_S bzw. Brennspannung U_{BR} der Spannung an der Gasentladungslampe **22**, geteilt durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators **16**. Mit dieser Maßnahme kann ein Schalter **24** mit einer geringeren zulässigen Spannungsfestigkeit eingesetzt werden als ohne Transformator **16**.

[0050] Das Abschalten des Schalters **24** zum zweiten Zeitpunkt T_2 führt weiterhin dazu, dass der Strom I_{TR} von der Primärwicklung **17** auf die Sekundärwicklung **18** des Transformators **16** aufgrund seiner magnetischen Kopplung **20** kommutiert. Zum zweiten Zeitpunkt T_2 ist der Strom I_{TR} auf den zweiten Startphasenpegel I_{S2} angestiegen. Zwischen dem zweiten und dritten Zeitpunkt T_2 , T_3 fließt der Strom durch die Sekundärwicklung **18** über die Entkopplungsschaltung **14** zur Last **15**.

[0051] Die in den **Fig. 2c** und **Fig. 3c** zum zweiten bzw. zum fünften Zeitpunkt T_2 , T_5 auftretenden Stromsprünge entstehen aufgrund des Übersetzungsverhältnisses des Transformators **16**. Der Strom springt zum zweiten Zeitpunkt T_2 ausgehend vom zweiten Startstrompegel I_{S2} , auf einen niedrigeren Pegel, der sich ergibt aus dem zweiten Startstrompegel I_{S2} geteilt durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators **16**. Entsprechend springt zum fünften Zeitpunkt T_5 ausgehend vom zweiten Brennstrompegel IBR_2 , auf einen niedrigeren Pegel, der sich ergibt aus dem zweiten Brennstrompegel IBR_2 geteilt durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators **16**. Der Stromsprung steht nicht im Widerspruch dazu, dass sich der Strom in einem induktiven Element nicht sprungförmig ändern kann. Der Strom ändert sich sprungförmig in einem ersten und einem zweiten Teilbereich des induktiven Elements **13**, wobei aber der magnetische Fluß im induktiven Element **13** keine sprungförmige Änderung auf-

weist. Wird anstelle der Transformators **13** eine Drossel eingesetzt, so entfallen die Stromsprünge.

[0052] Der Sprung der Schaltspannung U_{DS} zum zweiten Zeitpunkt T_2 auf die Startspannung U_S wird von der kapazitiven Kopplungsschaltung **37** auf den ersten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** mitgekoppelt. Als Folge springt zum zweiten Zeitpunkt T_2 die Kondensatorspannung U_C vom bis dahin erreichten Startphasen-Sollwert $U_{CS,Soll}$ auf den zweiten Startphasenpegel U_{CS2} .

[0053] Das Schaltsignal **27** weist mit dem zweiten Zeitpunkt T_2 den Ausschaltpegel U_{Aus} auf. In der Folge wird der erste Kondensator **32** des Zeitglieds **33** über den ersten Widerstand **34** des Zeitglieds **33** und der nicht näher bezeichneten Ausgangsstufe des Komparators **28** entladen. Aufgrund der Entkopplungswirkung der zweiten Diode **36** ist der zweite Widerstand **35** des Zeitglieds **33** beim Entladevorgang nicht beteiligt. Die Reihenschaltung aus dem zweiten Widerstand **35** und der zweiten Diode **36** zum ersten Widerstand **34** ermöglicht die Vorgabe von unterschiedlichen Zeitkonstanten für den Lade- bzw. den Entladevorgang des zweiten Kondensators **32**.

[0054] Nach dem zweiten Zeitpunkt T_2 fällt die Kondensatorspannung U_C , ausgehend vom zweiten Startphasenpegel U_{CS2} so lange ab, bis die Kondensatorspannung U_C , d. h. der Istwert **31** zum dritten Zeitpunkt T_3 wieder mit dem Sollwert **30** übereinstimmt. Zum dritten Zeitpunkt T_3 schaltet daraufhin der Komparator **28** wieder vom Ausschaltpegel U_{Aus} um auf den Einschaltpegel U_{Ein} . Die Schaltspannung U_{DS} springt von der Startspannung U_S zum dritten Zeitpunkt T_3 zurück auf den Pegel von wenigstens näherungsweise Null. Der Sprung der Schaltspannung U_{DS} an der Schaltstrecke **23** wird von der kapazitiven Kopplungsschaltung **37** wieder unmittelbar auf den zweiten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** mitgekoppelt. In der Folge springt die Kondensatorspannung U_C zum dritten Zeitpunkt T_3 vom bis dahin erreichten Startphasen-Sollwert $U_{CS,Soll}$ zurück auf den ersten Startphasenpegel U_{CS1} und ein neuer Zyklus beginnt.

[0055] Während des vorliegenden ersten Betriebszustands der Gasentladungslampe **22**, der der Startphase entsprechen soll, fällt der Strom I_{TR} gemäß **Fig. 2c** zwischen dem zweiten und dritten Zeitpunkt T_2 , T_3 vom zweiten Startstrompegel I_{S2} zurück auf den ersten Startstrompegel I_{S1} , der größer als Null ist. Der sich einstellende Betrieb des erfindungsgemäßen Spannungswandlers wird während der Startphase der Gasentladungslampe aufgrund des Stromverlaufs im Schalter **24** als Trapezbetrieb bezeichnet.

[0056] Die in den **Fig. 3a–Fig. 3d** gezeigten Signalverläufe in Abhängigkeit von der Zeit t liegen dagegen in der zweiten Betriebsphase der Gasentladungslampe

pe **22** vor, die dem Brennbetrieb entsprechen soll. Ein erster Unterschied betrifft die Schaltspannung U_{DS} , die gemäss **Fig. 3b**, die während der Ausschaltpegel U_{Aus} des Schaltsignals **27** vorliegt, ausgehend von wenigstens näherungsweise vorliegendem Nullpegel auf die Brennspannung U_{BR} zum fünften Zeitpunkt T_5 springt. Für die weiteren Betrachtungen ist unterstellt, dass die Brennspannung U_{BR} höher ist als die Startspannung U_S . Zu berücksichtigen ist, daß die tatsächlichen Spannungen an der Last **15** bei Einsatz eines Transformators **16** als induktives Element **13** um das Überstanzungsverhältnis geändert am Schalter **24** auftreten.

[0057] Die gegenüber der Startspannung U_S höhere Brennspannung U_{BR} führt zu einem entsprechend höheren Spannungssprung an der Schaltstrecke **23** des Schalters **24**, der über die kapazitive Kopplung **37** auf den zweiten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** mitgekoppelt wird.

[0058] In **Fig. 3d** ist die Kondensatorspannung U_C während des zweiten Betriebszustands der Last **15** gezeigt, wobei gegenüber dem Startphasen-Sollwert $U_{CS,Soll}$ eine Änderung auf den Brennphasen-Sollwert $U_{CBR,Soll}$ vorgesehen ist. Die Kondensatorspannung U_C erreicht zum fünften Zeitpunkt T_5 , ausgehend vom ersten Brennspannungspegel U_{BR1} den Brennphasen-Sollwert $U_{CBR,Soll}$, woraufhin der Komparator **28** das Schaltsignal **27** vom Einschaltpegel U_{Ein} ändert auf den Ausschaltpegel U_{Aus} . Ausgehend vom Brennphasen-Sollwert $U_{CBR,Soll}$ springt die Kondensatorspannung U_C auf den zweiten Brennspannungspegel U_{BR2} . Der nach dem fünften Zeitpunkt T_5 beginnende Entladevorgang des zweiten Kondensators **32** des Zeitglieds **33** führt zu einem Abfall der Kondensatorspannung U_C vom zweiten Brennspannungspegel U_{BR2} bis zum dritten Brennspannungspegel U_{BR3} , der oberhalb des Brennphasen-Sollwerts $U_{CBR,Soll}$ liegt.

[0059] Im zweiten Betriebszustand der Last **15**, der den **Fig. 3a–Fig. 3d** zugeordnet ist, wird unterstellt, dass sich der Strom I_{TR} von einem ersten Brennstrompegel I_{BR1} auf einen zweiten Brennstrompegel I_{BR2} ändert, wobei der erste Brennstrompegel I_{BR1} dem Pegel Null entspricht. Der erste Brennstrompegel I_{BR1} vom Betrag Null tritt zum vierten und sechsten Zeitpunkt T_4 , T_6 auf. Zu diesen Zeitpunkten ist das induktive Element **13** jeweils vollständig entmagnetisiert. Der sich einstellende Betrieb des erfindungsgemäßen Spannungswandlers wird im zweiten Betriebszustand der Last **15** als Dreiecksbetrieb bezeichnet.

[0060] Aufgrund des Erreichens des ersten Brennstrompegels I_{BR1} vom Betrag Null bricht die Schaltspannung U_{DS} an der Schaltstrecke **23** des Schalters **24** zum sechsten Zeitpunkt T_6 zusammen, ausgehend von der Brennspannung U_{BR} auf den Pe-

gel der Energiequelle **10**. Aufgrund des gegenüber dem ersten Betriebszustand erhöhten Spannungssprungs, der aber die kapazitive Kopplungsschaltung **37** auf den zweiten Kondensator **32** des Zeitglieds **33** mitgekoppelt wird, springt in die Kondensatorspannung U_C , ausgehend vom dritten Brennspannungspegel U_{BR3} , bereits vor dem Erreichen des Brennspannungs-Sollwerts $U_{CBR,Soll}$ zurück auf den ersten Brennspannungspegel U_{BR1} . Danach beginnt ein neuer Zyklus.

[0061] Der in der kapazitiven Kopplungsschaltung **37** enthaltene dritte Widerstand **39** hat strombegrenzende Wirkung. Zusammen mit dem ersten Kondensator **38** der kapazitiven Kopplungsschaltung **37** bildet er ein Zeitglied, das einen Einfluß auf die Schaltvorgänge zu den Zeitpunkten $T_1–T_6$ hat.

[0062] Ein Vergleich der Signalverläufe der Kondensatorspannung U_C in Abhängigkeit von der Zeit t gemäss den **Fig. 2d** und **Fig. 3d** zeigt, dass der erste Kondensator **38** der kapazitiven Kopplungsschaltung **37** derart bemessen werden kann, dass in Abhängigkeit von den wenigstens zwei Spannungsbereichen an der Last **15** in einem Fall die vom Zeitglied **33** bestimmte Ein- oder die Ausschaltzeit nicht beeinflußt und im anderen Fall dagegen beeinflußt wird.

[0063] In Abstimmung mit der Last **15**, im gezeigten Ausführungsbeispiel die Gasentladungslampe **22**, sind damit unterschiedliche Betriebszustände des erfindungsgemäßen Spannungswandlers vorgebar. Die vom Zeitglied **33** vorgegebene Zeit wird in einem Betriebszustand geändert und im anderen Betriebszustand dagegen nicht geändert. Die Betriebszustände unterscheiden sich dadurch, dass in einem Fall der Strom I_{TR} auf den Betrag von Null zurückfällt und im anderen Fall nicht, mit der Folge, dass in einem Fall ein höherer Strom I_{TR} bei kleinerer Spannung (Startspannung U_S) und im anderen Fall ein kleinerer Strom I_{TR} bei gleichzeitig höherer Spannung (Brennspannung U_{BR}) bereitgestellt werden kann.

Patentansprüche

1. Getakteter Spannungswandler mit einem induktiven Element (**13**), das über einen Schalter (**24**) mit einer Energiequelle (**10**) verbindbar ist, mit einer an einem Verbindungspunkt des induktiven Elements (**13**) mit dem Schalter (**24**) angeschlossenen Entkopplungsschaltung (**14**), die in Abhängigkeit von der Spannung am Schalter (**24**) eine Last (**15**) abtrennt, mit einem Zeitglied (**33**) in der Ansteuerung des Schalters (**24**), das die Ein- oder Ausschaltzeit des Schalters (**24**) vorgibt, wobei eine einen ersten Kondensator (**38**) enthaltende kapazitive Kopplungsschaltung (**37**) vorgesehen ist, die den Verbindungspunkt des induktiven Elements (**13**) und des Schalters (**24**) mit dem Zeitglied (**33**) verbindet und über die am Schalter (**24**) auftretenden Spannungsprün-

ge (Null, U_S , U_{BR}) die vom Zeitglied (33) vorgegebene Zeit beeinflusst, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Ansteuerung des Schalters (24) ein Komparator (28) vorgesehen ist, der die Spannung (U_C) an einem ersten Kondensator (32) des Zeitglieds (33) mit einem Sollwertpegel ($U_{CS,Soll}$, $U_{CBR,Soll}$) vergleicht, und dass ein vom Komparator (28) bereitgestelltes Schaltsignal (27) das Zeitglied (33) mit Spannung beaufschlagt.

2. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeitglied (33) ein RC-Glied (32, 34, 35, 36) ist.

3. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Komparator (28) bereitgestellte Schaltsignal (27) einem Steuereingang (26) des Schalters (24) zugeführt ist.

4. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die kapazitive Kopplungsschaltung (37) am ersten Kondensator (32) des Zeitglieds (33) angeschlossen ist.

5. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Reihe zu einem zweiten Kondensator (38) der kapazitiven Kopplungsschaltung (37) ein zweiter Widerstand (39) geschaltet ist.

6. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeitglied (33) unterschiedliche Zeiten für den Einschaltzustand und den Ausschaltzustand des Schalters (24) vorgibt.

7. Spannungswandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeitglied (33) einen ersten und einen zweiten Widerstand (34, 35) enthält und dass der zweite Widerstand (35) in Reihe mit einer zweiten Diode (36) geschaltet ist.

8. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das induktive Element (13) ein Transformator (16) ist.

9. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Last (15) variabel ist und zu unterschiedlichen Zeitpunkten (T_1 – T_6) eine unterschiedliche Betriebsspannung (U_S , U_{BR}) aufweist.

10. Spannungswandler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kondensator (38) der kapazitiven Kopplungsschaltung in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Betriebsspannungen (U_S , U_{BR}) der Last (15) derart bemessen ist, dass beim Vorliegen eines ersten Pegels (U_S) und einem Auftreten eines Spannungssprungs (Null, U_S) vom Zeit-

glied (33) eine Ausschaltzeit ausgelöst wird, während der die Spannung am Kondensator 32 zunächst stetig absinkt und ein Strom (ITR) durch eine Sekundärwicklung des induktiven Elements (13) stetig absinkt, wobei die Spannung am Kondensator (32) einen Schwellenwert ($U_{CS,Soll}$) unterschreitet, bevor der Strom (ITR) durch die Sekundärwicklung des induktiven Elements (13) auf einen Wert Null absinkt und über einen Zusammenbruch der Schaltspannung (UDS) des Schalters (24) einen sprunghaften Rückgang der Spannung am Kondensator (32) auslöst.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

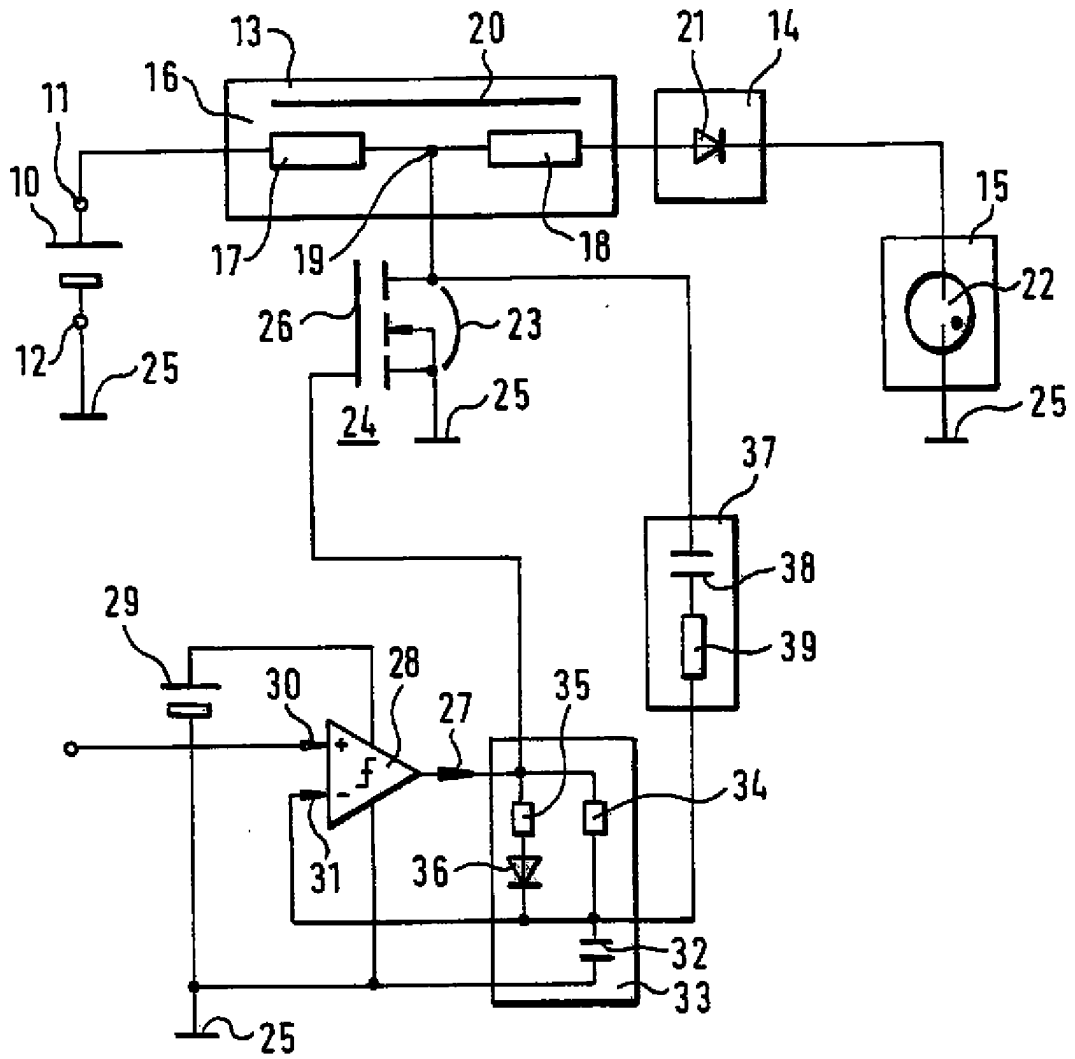
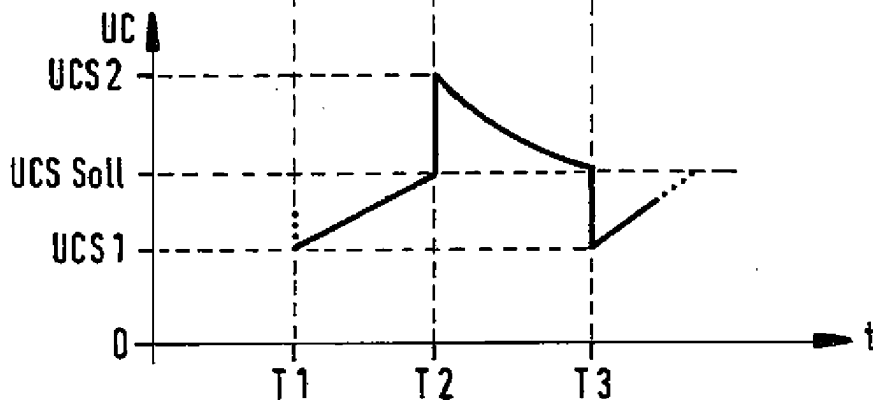
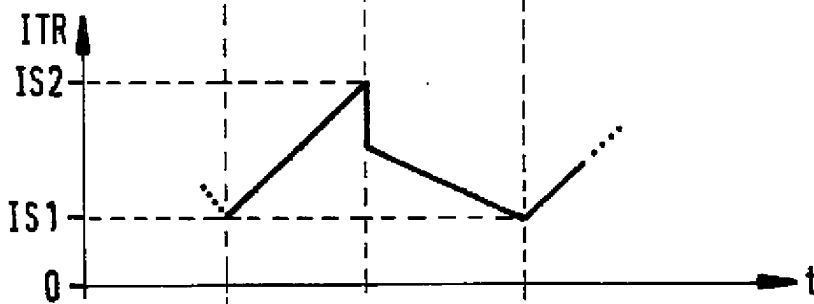
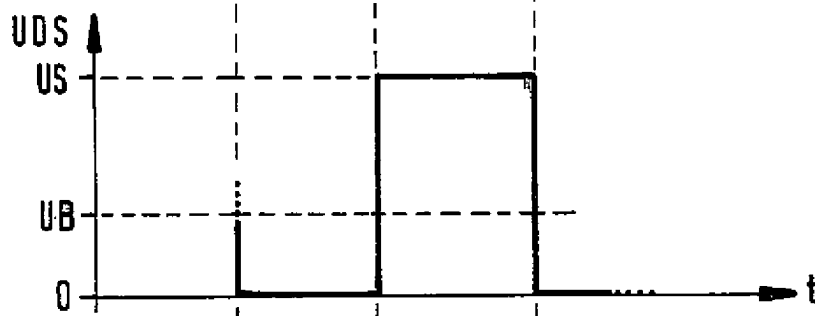


Fig. 1



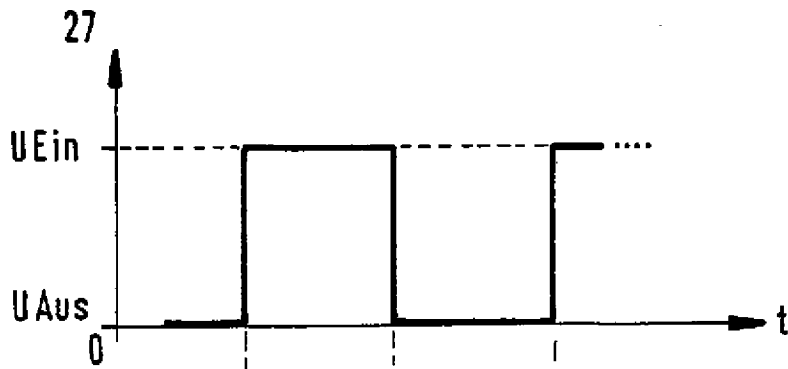


Fig. 3 a

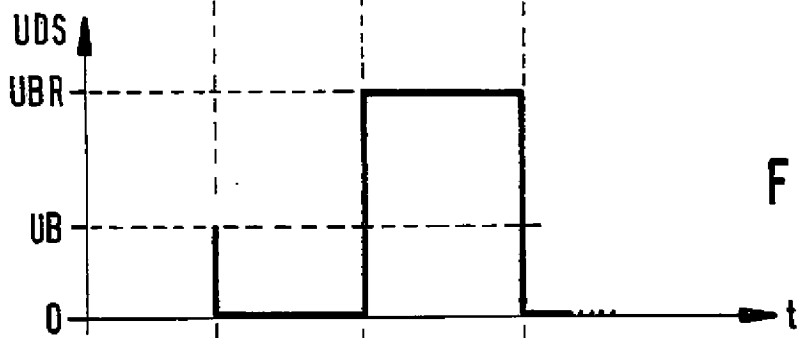


Fig. 3 b

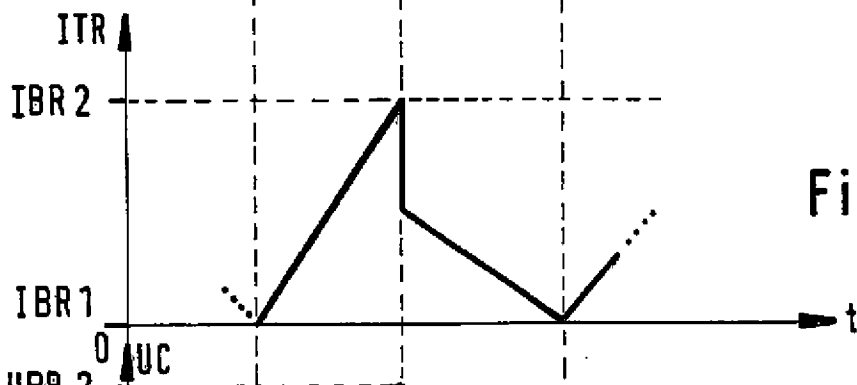


Fig. 3 c

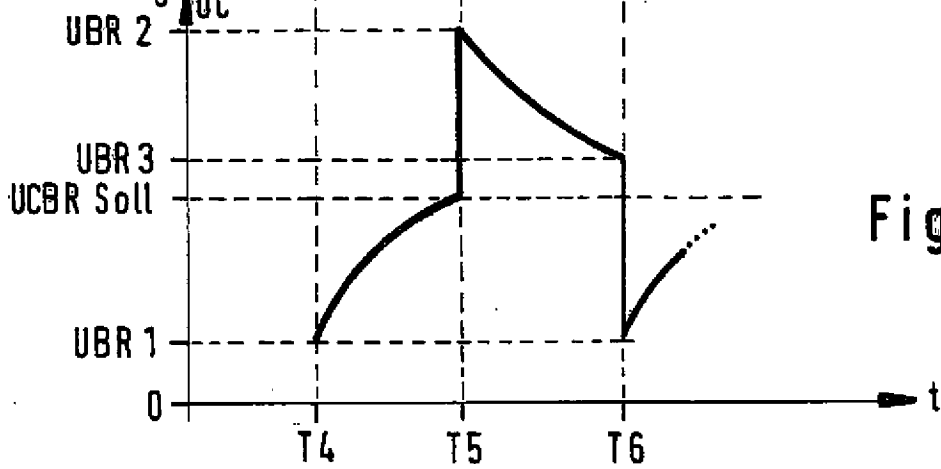


Fig. 3 d