



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2006 000 605 T5** 2008.01.24

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/098702**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 000 605.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SG2006/000058**
(86) PCT-Anmeldetag: **15.03.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.09.2006**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H02M 3/335** (2006.01)
G05F 1/00 (2006.01)
H02M 7/217 (2006.01)
H03K 17/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/083,665 **17.03.2005** **US**

(71) Anmelder:
Creative Technology Ltd, Singapur/Singapore, SG

(74) Vertreter:
**Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert,
80539 München**

(72) Erfinder:
**Makino, Jun, Singapore, SG; Wang, Zhongfang,
Singapore, SG**

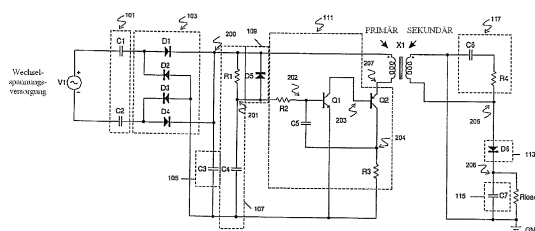
(54) Bezeichnung: **Netzteil**

(57) Hauptanspruch: Netzteil für ein elektrisches Gerät, wobei das Netzteil umfasst:

a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Sekundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,

b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung, und
c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung,

wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angestiegen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und damit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, und
wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Netzteil für ein elektrisches Gerät und auf ein Verfahren zum Zuführen von Leistung an ein elektrisches Gerät. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Netzteil, welches eine geringe Leistungsaufnahme aufweist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Es wird zunehmend wichtig, Energie zu sparen und Leistungsverluste zu verringern, und Netzteile mit niedriger Leistungsaufnahme werden immer wichtiger. Derartige Netzteile finden in vielen Situationen Anwendung, beispielsweise als Bereitschafts- bzw. Standby-Netzteile in elektrischen Geräten (z.B. in Fernsehern, Waschmaschinen), innerhalb externer Netzteile zum Zuführen von Leistung, um zu detektieren, ob das elektrische Gerät angeschlossen ist oder nicht und um das Hauptnetzteil anzuschalten (beispielsweise innerhalb eines tragbaren Telefonladegeräts, bei dem das Telefon zum Aufladen in eine Ladestation gelegt wird) oder als alleinige Netzteile für elektrische Geräte, welche niedrige Leistungsaufnahme erfordern, umfassend externe Niedrigleistungsnetzteile (z.B. ein Nachtlcht, welches in eine Wechselstromwandsteckdose eingesteckt wird, um schwache Beleuchtung bereitzustellen).

[0003] Bei einer ersten bekannten Anordnung umfasst ein (bei einer Anzahl von Anwendungen benutztes) Netzteil einen Transformator, dessen Primärwicklung direkt mit einer Wechselstromversorgung verbunden ist und dessen Sekundärwicklung eine Ausgangsspannung für das elektrische Gerät bereitstellt. Um bei dieser Anordnung eine niedrige Leistungsaufnahme zu haben, muss der Strom durch die Primärwicklung des Transformators (welche direkt mit der Wechselstromversorgung verbunden ist) klein sein. Um einen kleinen Strom zu haben, muss die Impedanz der Primärwicklung wie von der Wechselstromversorgung gesehen groß sein. Mit einer typischen Wechselstromversorgungsfrequenz von 50 oder 60 Hz ist, um in der Primärwicklung eine große Impedanz zu haben, eine große Induktivität erforderlich. Um solch eine große Induktivität in der Primärwicklung zu erhalten, sind mehr Windungen erforderlich, was den Transformator unpraktisch groß machen wird. Alternativ kann, um einen großen Transformator zu vermeiden, der für die Windungen benutzte Draht dünner gemacht werden, aber das bedeutet einen höheren Widerstand, was wiederum mehr Verluste bedeutet. Im Wesentlichen benötigen wir, um bei dieser Anordnung eine sehr niedrige Leistungsaufnahme zu haben, eine perfekte Induktivität mit hoher Induktivität, und dies ist einfach nicht machbar.

[0004] Eine zweite bekannte Anordnung ist als getaktetes Netzteil (Switching Mode Power Supply, SMPS) bekannt, und es gibt verschiedene unterschiedliche Implementierungen eines SMPS. Während ein SMPS Vorteile gegenüber der ersten Anordnung aufweist, erzeugt das schnelle Umschalten in dieser Anordnung eine große Menge Lärm. Zudem weisen SMPS ein komplexeres Design auf und sind kostspieliger.

[0005] Derzeit weisen Bereitschaftsnetzteile wie die oben beschriebenen typischerweise eine Leistungsaufnahme von mehreren hundert Milliwatt oder sogar so hoch wie einige Watt auf. Ein typisches Leistungserfordernis für Steuerschaltungen, um ein Gerät aus dem Bereitschaftsbetrieb „aufzuwecken“, kann jedoch so niedrig wie nur ein paar Milliwatt sein. Somit gibt es eine große Diskrepanz zwischen der tatsächlich für ein Gerät im Bereitschaftsbetrieb erforderlichen Leistung und der verbrauchten Leistung.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Netzteil für ein elektrisches Gerät bereitgestellt, wobei das Netzteil umfasst:

- a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Sekundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der sekundären Seite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,
- b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung, und
- c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung,

wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null zu einem Maximum anwächst und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0007] Bei dieser Anordnung gibt es keinen Stromverbrauch durch die Transformatorwicklungen, bis der Schalter angeschaltet wird. Sobald der Schalter angeschaltet ist, fließt Strom durch die Primärwicklung und dementsprechend wird Energie in der Primärwicklung gespeichert. Der von der gleichgerichteten Wechselspannung erreichte von Null verschiedene Wert ist bevorzugt ein wesentlicher Anteil der Spitzenspannung und noch bevorzugter die Spitzen-

spannung.

[0008] Die Schaltung kann weiterhin einen Strombegrenzer umfassen. Der Strombegrenzer begrenzt den Stromfluss durch die Primärwicklung, so dass die Leistungsaufnahme gesteuert werden kann.

[0009] Die Wechselspannungsversorgung ist typischerweise die Netzversorgung, beispielsweise bei 110 VAC, 120 VAC, 230 VAC oder 240 VAC bei 50 oder 60 Hz.

[0010] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung weiterhin einen Schalterzeitgeber, um den Schalter an- und auszuschalten. Der Schalterzeitgeber kann ausgestaltet sein, den Schalter an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst. Der Schalterzeitgeber kann ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0011] Der Schalterzeitgeber kann ein RC-Zeitgeber umfassend einen Widerstand und einen Kondensator zwischen einem Knoten, dessen Spannung mit der gleichgerichteten Wechselspannung übereinstimmt, und Masse sein. In diesem Fall kann der Kondensator ausgestaltet sein, sich aufzuladen, wenn die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst. Wenn der Schalter angeschaltet wird, kann der Kondensator entladen werden, wobei die in dem Kondensator gespeicherte Energie auf die Primärwicklung übertragen wird.

[0012] Der Schalter ist bevorzugt ausgestaltet, nahe jeder Spitze der gleichgerichteten Wechselspannung anzuschalten. Wenn die Vorrichtung einen RC-Schalterzeitgeber benutzt, kann der Wert des Widerstands und des Kondensators derart gewählt sein, dass der Schalter nahe jeder Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals anschaltet. Dies maximiert den Strom durch die Primärwicklung des Transformators, indem eine maximierte Spannung über sie bereitgestellt wird, wenn der Schalter angeschaltet wird.

[0013] Der Schalterzeitgeber kann mit einer Schaltersteuerung gekoppelt sein. Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst der Schalter einen MOSFET. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Schalterzeitgeber mit einer Schaltersteuerung gekoppelt, und der Schalter umfasst einen MOSFET, und die Schaltersteuerung umfasst eine Thyristoreinrichtung, um den MOSFET an- und auszuschalten.

[0014] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst der Strombegrenzer zumindest eine Ladungsspeicherungseinrichtung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst der Strombegrenzer zwei La-

dungsspeicherungseinrichtungen. Jede Ladungsspeicherungseinrichtung kann ein Kondensator sein. Der Wert des Kondensators oder der Kondensatoren kann geeignet ausgewählt werden, um den Stromfluss durch die Primärwicklung auf einen gewünschten Stromwert zu begrenzen.

[0015] Das Netzteil kann derart ausgestaltet sein, dass der Strom aufhört, durch die Primärwicklung zu fließen, sobald die mindestens eine Ladungsspeicherungseinrichtung des Strombegrenzers im Wesentlichen vollständig aufgeladen ist, das heißt der Schalter kann ausgestaltet sein, auszuschalten, sobald die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers im Wesentlichen vollständig aufgeladen wurden. Wenn die Anordnung einen Schalterzeitgeber umfasst, kann der Schalterzeitgeber ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, sobald die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers vollständig aufgeladen wurden, und dies geschieht bevorzugt an einem Punkt, wenn das gleichgerichtete Wechselspannungssignal von seiner Spitze auf Null abfällt. Sobald der Schalter ausgeschaltet ist, fließt kein Strom durch die Wicklungen des Transformators, so dass, wie bereits erwähnt, die Größe des Stromflusses durch die Wicklungen durch geeignetes Festlegen des Wertes der Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers gesteuert werden kann.

[0016] Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Schalterzeitgeber mit einer Schaltungszeitgeberrücksetzung betreibbar, wobei die Schaltungszeitgeberrücksetzung ausgestaltet ist, den Schalterzeitgeber rückzusetzen, nachdem der Schalter ausgeschaltet wurde, d.h. sobald der Strom aufgehört hat, durch die Transformatorwicklungen zu fließen. Rücksetzen des Schalters ermöglicht es dem Schalter, wieder anzuschalten, wenn das gleichgerichtete Wechselspannungssignal von Null zu seinem nächsten Maximum anwächst. Wenn der Schalterzeitgeber ein RC-Zeitgeber ist, kann der Schalterzeitgeber zurückgesetzt werden, sobald der Kondensator vollständig entladen ist, was auftreten kann, während die gleichgerichtete Wechselspannung von ihrem Maximum auf Null abfällt.

[0017] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann der Strombegrenzer bei dem Netzteil weggelassen sein, da der Stromfluss durch die Thyristoreinrichtung gesteuert werden kann.

[0018] Somit ist bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Betrieb wie folgt. Wenn die gleichgerichtete Wechselspannung von Null zu einem Maximum anwächst, wird der Kondensator des RC-Schalterzeitgebers aufgeladen, und sobald er mit einer bestimmten Menge aufgeladen ist, welche bevorzugt mit der Spitze der gleichgerichteten Wechsel-

spannung zusammenfällt, schaltet der Schalterzeitgeber den Schalter an, was einen Stromfluss durch die Wicklungen entsprechend einem Einströmen von Strom von der Wechselstromversorgung und, weniger wichtig, ein Entladen des RC-Schalterzeitgeber-Kondensators bereitstellt. Zusammen mit dem Strom durch die Wicklungen gibt es einen Stromfluss durch die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers. Wenn der Strom durch die Wicklungen fließt, werden die Ladungsspeicherungseinrichtungen oder -einrichtungen des Strombegrenzers aufgeladen und, wenn sie voll aufgeladen sind, wird der Schalter ausgeschaltet, so dass der Strom aufhört, durch die Wicklungen zu fließen, und die Leistungsaufnahme begrenzt wird. Sobald der RC-Schalterzeitgeber-Kondensator vollständig entladen ist, wird durch Übertragen seiner gespeicherten Energie über die Wicklungen der Schalterzeitgeber zurückgesetzt. Dies geschieht, während das gleichgerichtete Wechselspannungssignal von seinem Maximum wieder auf Null abfällt, so dass der Schalter bereit ist, anzuschalten, wenn die gleichgerichtete Wechselspannung wieder anwächst.

[0019] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Schalter ausgestaltet, positive Rückkopplung zu benutzen, um schnelles Umschalten von Aus auf An zu bewirken. Das schnelle Umschalten von Aus auf An bedeutet, dass die Zeit für einen Spannungsabfall über den Schalter minimiert wird, und dies verringert Leistungsverluste in dem Schalter selbst.

[0020] In diesem Ausführungsbeispiel kann der Schalter einen ersten Transistor und einen zweiten Transistor umfassen, wobei der Kollektor des ersten Transistors mit der Basis des zweiten Transistors gekoppelt ist. Zusätzlich kann der Kollektor des zweiten Transistors mit der Basis des ersten Transistors gekoppelt sein, und dies kann über einen Rückkopplungskondensator sein. Diese Ausgestaltung kann positive Rückkopplung bereitstellen, da, wenn die Spannung an dem Kollektor des zweiten Transistors anwächst, die Spannung an der Basis des ersten Transistors ebenfalls anwächst, was die Spannung an dem Kollektor des zweiten Transistors weiter vergrößert usw.

[0021] Das Netzteil kann weiterhin einen Spannungsbegrenzer zum Verhindern eines Durchbruchs der Vorrichtung bei hohen Spannungen umfassen. Der Spannungsbegrenzer kann eine Ladungsspeicherungseinrichtung umfassen, welche ausgestaltet ist, sich aufzuladen, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst. Die Ladungsspeicherungseinrichtung kann ein Hochspannungskondensator sein.

[0022] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Gleichrichter ausgestaltet, die

Wechselspannung zweiwegegleichzurichten. Dies bedeutet, dass das gleichgerichtete Wechselspannungssignal zweimal in jeder Periode des ursprünglichen Wechselspannungssignals von Null zu einer Spitze anwächst.

[0023] Obwohl ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, bei welchem der Gleichrichter die Wechselspannung zweiwegegleichrichtet, beschrieben wurde, ist es natürlich möglich, dass der Gleichrichter die Wechselspannung nur einwegegleichrichtet. In diesem Fall wird die gleichgerichtete Wechselspannung in jeder Wechselspannungsperiode nur einmal von Null auf ein Maximum gehen.

[0024] Die Schaltung auf der Sekundärseite kann die Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät über eine Ladungsspeicherungseinrichtung (z.B. einen Kondensator) bereitstellen, welche sich während jeder Wechselspannungsperiode auflädt. Bei dieser Ausgestaltung ist der Kondensator bevorzugt zwischen Masse und einem Ausgangsknoten angeordnet, so dass, während sich der Kondensator während jeder Wechselspannungsperiode auflädt, die Spannung an dem Ausgangsknoten zu einer stationären Gleichspannung hin anwächst.

[0025] Das Netzteil kann weiterhin eine Schaltung zum Verringern der durch das Schalten des Schalters zwischen An- und Auszustand verursachten elektromagnetischen Emission umfassen. Elektromagnetische Emission (als Läten bekannt) kann durch das schnelle An- und Ausschalten erzeugt werden, und dies kann durch die Benutzung einer geeigneten Schaltung verringert werden. Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Schaltung einen Kondensator und einen Widerstand, welche geeignet zwischen der Sekundärwicklung und dem Ausgangsknoten positioniert sind.

[0026] Das Netzteil kann weiterhin einen Regulator zum Regulieren der Ausgangsgleichspannung umfassen. Dies ist nützlich, wenn die Last eine besonders stabile Gleichspannungsversorgung erfordert. Der Regulator kann zwischen der Ausgangsspannung und dem Schalter angeordnet sein und kann ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, wenn die Ausgangsspannung einen gewählten Schwellenwert übersteigt. Der Regulator kann eine Zenerdiode umfassen.

[0027] Erfindungsgemäß wird zudem ein elektrisches Gerät bereitgestellt, welches ein Netzteil wie oben beschrieben enthält.

[0028] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird zudem ein Netzteil für ein elektrisches Gerät bereitgestellt, wobei das Netzteil umfasst:

- a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Se-

kundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,

b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Gleichspannungsversorgung,

c) einen Gleichrichter zum Zweiwegegleichrichten der Wechselspannung, und

d) einen Strombegrenzer umfassend einen ersten Kondensator und einen zweiten Kondensator, wobei der Schalter ausgestaltet ist, in jeder Halbperiode der gleichgerichteten Wechselspannung an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung einen von Null verschiedenen Wert erreicht hat, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, wobei der Strombegrenzer ausgestaltet ist, die Menge des durch die Primärwicklung fließenden Stroms durch Anhalten des durch die Primärwicklung fließenden Stroms, wenn der erste und zweite Kondensator voll aufgeladen sind, zu begrenzen, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, in jeder Halbperiode der gleichgerichteten Wechselspannung auszuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von einem Maximum auf Null abfällt.

[0029] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Zuführen von Leistung zu einem elektrischen Gerät bereitgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

a) Bereitstellen eines Transformators mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, wobei die Primärwicklung über einen Schalter mit einer Wechselspannungsversorgung verbunden ist,

b) Bereitstellen eines Gleichrichters zum Gleichrichten der Wechselspannung,

c) Anschalten des Schalters, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, um einen Stromfluss durch die Primärwicklung und damit einen Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitzustellen,

d) Umwandeln des Stromflusses durch die Sekundärwicklung in eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät, und

e) Ausschalten des Schalters, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0030] Bei diesem Verfahren gibt es keine Stromaufnahme durch die Transformatorwicklungen, bis

der Schalter angeschaltet wird. Sobald der Schalter angeschaltet wird, wird Strom von der Wechselspannungsversorgung zu der Primärwicklung übertragen, was einen ausreichend großen Spannungsabfall bereitstellt, um eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen. Der durch die Primärwicklung fließende Strom ist jedoch durch den Strombegrenzer begrenzt, so dass die Leistungsaufnahme gesteuert werden kann.

[0031] Die Wechselspannungsversorgung ist typischerweise die Netzversorgung, beispielsweise bei 110 VAC, 120 VAC, 230 VAC oder 240 VAC bei 50 oder 60 Hz.

[0032] Schritt c) des Anschaltens des Schalters kann einen den Schalter anschaltenden Schalterzeitgeber umfassen. Schritt 3) des Ausschaltens des Schalters kann einen den Schalter ausschaltenden Schalterzeitgeber umfassen. Der Schalterzeitgeber kann ausgestaltet sein, den Schalter an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst. Der Schalterzeitgeber kann ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0033] Der Schalterzeitgeber kann ein RC-Zeitgeber umfassend einen Widerstand und einen Kondensator zwischen einem Knoten, dessen Spannung mit der gleichgerichteten Wechselspannung übereinstimmt, und Masse umfassen. In diesem Fall kann der Kondensator ausgestaltet sein, sich aufzuladen, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst. Wenn der Schalter angeschaltet wird, kann der Kondensator entladen werden, wobei die in dem Kondensator gespeicherte Energie auf die Primärwicklung übertragen wird.

[0034] Bevorzugt umfasst Schritt c) des Anschaltens des Schalters das Anschalten des Schalters nahe jeder Spitze der gleichgerichteten Wechselspannung. Wenn der Schritt des Anschaltens des Schalters einen den Schalter anschaltenden RC-Schalterzeitgeber umfasst, kann der Wert des Widerstands und des Kondensators derart gewählt sein, dass der Schalter an der Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals anschaltet. Dies maximiert den Strom durch die Primärwicklung des Transformators, indem es eine maximierte Spannung über sie bereitstellt, wenn der Schalter an ist.

[0035] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst der Strombegrenzer zumindest eine Ladungsspeicherungseinrichtung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst der Strombegrenzer zwei Ladungsspeicherungseinrichtungen. Die oder jede Ladungsspeicherungseinrichtung kann ein Kondensator sein.

[0036] Bei einem Ausführungsbeispiel kann Schritt e) des Ausschaltens des Schalters Ausschalten des Schalters, sobald die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers im Wesentlichen voll aufgeladen wurden, umfassen. Wenn die Anordnung einen Schalterzeitgeber umfasst, kann der Schalterzeitgeber ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, sobald die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers vollständig aufgeladen wurden. Bei dieser Anordnung fließt, sobald der Schalter ausgeschaltet ist, kein Strom durch die Wicklungen. Somit kann die Menge der Stromaufnahme durch die Wicklungen gesteuert werden, indem die Größe der Ladungsspeicherungseinrichtungen geeignet festgelegt wird.

[0037] Das Verfahren kann weiterhin den Schritt des Aufladens einer Ladungsspeicherungseinrichtung, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, umfassen, wobei die Ladungsspeicherungseinrichtung als ein Spannungsbegrenzer wirkt, um Durchbruch der Vorrichtung bei hohen Spannungen zu verhindern. In diesem Fall wird die in der Ladungsspeicherungseinrichtung gespeicherte Energie auf die Primärwicklung des Transformators übertragen, wenn der Schalter angeschaltet wird.

[0038] Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Schalterzeitgeber mit einer Schalterzeitgeberrücksetzung zum Rücksetzen des Schalterzeitgebers, nachdem der Schalter ausgeschaltet wurde, betreibbar. Wenn der Schalterzeitgeber ein RC-Schalterzeitgeber ist, kann die Schalterzeitgeberrücksetzung ausgestaltet sein, den Schalter rückzusetzen, sobald der Kondensator des RC-Zeitgebers vollständig entladen wurde. Rücksetzen des Schalters ermöglicht es dem Schalter, wieder anzuschalten, wenn das gleichgerichtete Wechselspannungssignal wieder von Null auf ein Maximum anwächst.

[0039] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Schalter ausgestaltet, positive Rückkopplung zu benutzen, um ein schnelles Schalten von Aus auf An zu bewirken. Das schnelle Schalten von Aus auf An bedeutet, dass die Zeit für eine Spannung, über den Schalten abzufallen, minimiert wird, und dies verringert Leistungsverlust in dem Schalter selbst.

[0040] In diesem Ausführungsbeispiel kann der Schalter einen ersten Transistor und einen zweiten Transistor umfassen, wobei der Kollektor des ersten Transistors mit der Basis des zweiten Transistors gekoppelt ist. Zusätzlich kann der Kollektor des zweiten Transistors mit der Basis des ersten Transistors gekoppelt sein, und dies kann über einen Rückkopplungskondensator sein. Diese Anordnung kann eine positive Rückkopplung bereitstellen, da, wenn die Spannung an dem Kollektor des zweiten Transistors

ansteigt, auch die Spannung an der Basis des ersten Transistors ansteigt, was die Spannung an dem zweiten Kollektor des zweiten Transistors weiter vergrößert usw.

[0041] Bevorzugt ist der Gleichrichter ausgestaltet, die Wechselspannung zweiwegegleichzurichten. Dies bedeutet, dass die gleichgerichtete Wechselspannung zweimal in jeder Periode des ursprünglichen Wechselspannungssignals von Null zu einer Spitze anwächst.

[0042] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst Schritt d) des Umwandels der Spannungsspitze in der Sekundärwicklung in eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät das Aufladen eines Kondensators während jeder Wechselspannungsperiode, wobei die Spannung über den Kondensator die Ausgangsgleichspannung ist. Bei dieser Anordnung ist der Kondensator bevorzugt zwischen Masse und einem Ausgangsknoten angeordnet, so dass, während der Kondensator während jeder Wechselspannungsperiode aufgeladen wird, die Spannung an dem Ausgangsknoten zu einer stationären Gleichspannung anwächst.

[0043] Das Verfahren kann weiterhin den Schritt des Regulierens der Ausgangsgleichspannung umfassen. Dies ist nützlich, wenn die Last eine besonders gleichbleibende Gleichspannungsversorgung erfordert. Der Regulator kann zwischen der Ausgangsspannung und dem Schalter angeordnet sein und kann ausgestaltet sein, den Schalter auszuschalten, wenn die Ausgangsspannung einen gewählten Schwellenwert überschreitet.

[0044] Bei einem Ausführungsbeispiel werden die Schritte c), d) und e) des Verfahrens wiederholt, bis eine stationäre Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät erhalten wird.

[0045] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird zudem ein Verfahren zum Zuführen von Leistung an ein elektrisches Gerät bereitgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen eines Transformators mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, wobei die Primärwicklung über einen Schalter mit einer Wechselspannungsversorgung verbunden ist,
- b) Bereitstellen eines Gleichrichters zum Zweiwegegleichrichten der Wechselspannung,
- c) Während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum in jeder Halbperiode der gleichgerichteten Wechselspannung anwächst, Anschalten des Schalters, um einen Stromfluss durch die Primärwicklung und somit einen Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitzustellen, sobald die gleichgerichtete Wechselspannung einen von Null verschiedenen Wert erreicht hat, wobei die Menge des durch die Pri-

märwicklung fließenden Stroms durch einen Strombegrenzer, welcher zwei Kondensatoren umfasst, begrenzt ist,

d) Umwandeln des Stromflusses durch die Sekundärwicklung in eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät, und

e) Ausschalten des Schalters in jeder Halbperiode der gleichgerichteten Wechselspannung, während die gleichgerichtete Wechselspannung von einem Maximum auf Null abfällt.

[0046] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird zudem ein Verfahren zum Zuführen von Leistung an ein elektrisches Gerät bereitgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

a) Bereitstellen eines Transformators mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, wobei die Primärwicklung über einen Schalter mit einer Wechselspannungsversorgung verbunden ist,

b) Bereitstellen eines Gleichrichters zum Gleichrichten der Wechselspannung,

c) Durchführen der folgenden Schritte zumindest einmal in jeder Wechselspannungsperiode:

i) während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, Anschalten des Schalters, um einen Stromfluss durch die Primärwicklung und somit einen Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitzustellen, sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, wobei die Menge des durch die Primärwicklung fließenden Stromes durch einen Strombegrenzer begrenzt wird,

ii) Umwandeln des Stromflusses durch die Sekundärwicklung in eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät durch Aufladen einer Ausgangs-Ladungsspeicherungseinrichtung, wobei die Spannung über die Ladungsspeicherungseinrichtung die Ausgangsgleichspannung ist, und

iv) Abschalten des Schalters, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen,

wobei die Ausgangs-Ladungsspeicherungseinrichtung kontinuierlich aufgeladen wird, so dass nach einer Anzahl von Wechselspannungsperioden die Ausgangsladungsspeicherungseinrichtung im Wesentlichen vollständig aufgeladen ist, um eine stationäre Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen.

[0047] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbares elektrisches Gerät bereitgestellt, welches sowohl in einer Normalbetriebsart als auch in einer Bereitschaftsbetriebsart betreibbar ist, wobei das elektrische Gerät umfasst:

ein Hauptnetzteil zum Bereitstellen von Leistung in der Normalbetriebsart,

eine Steuerung zum An- und Abschalten des Haupt-

netzteils, und ein Bereitschaftsnetzteil zum Bereitstellen von Leistung für die Steuerung zum Anschalten des Hauptnetzteils in der Bereitschaftsbetriebsart, wobei das Bereitschaftsnetzteil umfasst:

a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Sekundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist, und wobei eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,

b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung, und

c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung,

wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0048] Das Hauptnetzteil liefert die Leistung bzw. den Strom (für das Gerät selbst und auch für die Steuerung) während der Normalbetriebsart, während das Bereitschaftsnetzteil die Leistung der Steuerung während der Bereitschaftsbetriebsart liefert, so dass die Steuerung über die nötige Leistung verfügt, das Hauptnetzteil anzuschalten, wenn das Gerät von der Bereitschaftsbetriebsart in die Normalbetriebsart wechselt.

[0049] Bei dem Bereitschaftsnetzteil gibt es keine Stromaufnahme durch die Transformatorwicklungen, bis der Schalter angeschaltet wird. Sobald der Schalter angeschaltet wird, wird Strom von der Wechselspannungsversorgung auf die Primärwicklung übertragen, und dies stellt einen Spannungsabfall bereit, welcher groß genug ist, die Ausgangsgleichspannung, für das elektrische Gerät bereitzustellen. Der Strombegrenzer begrenzt den Stromfluss durch die Primärwicklung, so dass die Leistungsaufnahme in der Bereitschaftsbetriebsart gesteuert werden kann.

[0050] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel kann die Steuerung ein Empfänger zum Empfangen von Anweisungen, das Hauptnetzteil an- und abzuschalten, sein. Dies kann der Fall sein, wenn das elektrische Gerät ein Gerät ist, welches während der Normalbetriebsart Strom für seinen eigenen Betrieb und in der Bereitschaftsbetriebsart Strom zum Befähigen der Steuerung, aus der Bereitschaftsbetriebsart zurück in die Normalbetriebsart zu schalten, benötigt.

Beispiele für diese Art von Gerät sind eine Waschmaschine, ein Radio oder ein Mikrowellenofen. Der Empfänger kann ein Fernbedienungsempfänger zum Empfangen von Anweisungen aus der Entfernung, das Hauptnetzteil an- und abzuschalten, sein. Dies kann für eine elektrische Anwendung der Fall sein, welche in der Normalbetriebsart und Bereitschaftsbetriebsart betreibbar ist und zwischen den zwei Betriebsarten durch Benutzung einer Fernbedienung umgeschaltet werden kann, beispielsweise ein Fernseher, DVD-Spieler oder ein Radio, oder eine andere Art von elektrischem Gerät, welches Normal- und Bereitschaftsbetriebsart aufweist.

[0051] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel ist das elektrische Gerät ein externes Netzteil für eine elektrische Anwendung, wobei das Gerät in der Normalbetriebsart arbeitet, wenn die elektrische Anwendung elektrisch mit dem Gerät verbunden ist, und das Gerät in der Bereitschaftsbetriebsart arbeitet, wenn die elektrische Anwendung nicht elektrisch mit dem Gerät verbunden ist. Einige Beispiele für solche externen Netzteile bzw. Stromversorgungen sind ein Ladegerät für ein Telefon (entweder ein Mobiltelefon oder ein tragbares Festnetztelefon) und ein Wechselstromadapter. Andere Arten von externen Netzteilen sind ebenso vorstellbar.

[0052] Wenn das elektrische Gerät ein externes Netzteil ist, kann die Steuerung einen Sensor zum Detektieren, ob die elektrische Anwendung elektrisch mit dem Gerät verbunden ist, sein. Somit kann, wenn der Sensor detektiert, dass die elektrische Anwendung elektrisch mit dem Gerät verbunden ist (z.B. wenn ein Telefon in das Ladegerät zum Aufladen platziert wird), er ausgestaltet sein, das Hauptnetzteil unter Benutzung von von dem Bereitschaftsnetzteil bereitgestellten Strom einzuschalten. Wenn der Sensor detektiert, dass die elektrische Anwendung nicht mehr elektrisch verbunden ist (z.B. wurde das Telefon aus dem Ladegerät entfernt), kann er ausgestaltet sein, das Hauptnetzteil auszuschalten, zu welchem Zeitpunkt der Strom durch das Bereitschaftsnetzteil bereitgestellt werden wird.

[0053] Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung ist zudem ein externes Netzteil für eine elektrische Anwendung bereitgestellt, wobei das externe Netzteil mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und in Normalbetriebsart betreibbar ist, wenn die elektrische Anwendung elektrisch mit dem externen Netzteil verbunden ist, und in Bereitschaftsbetriebsart betreibbar ist, wenn die elektrische Anwendung nicht elektrisch mit dem externen Netzteil verbunden ist, wobei das externe Netzteil umfasst:

- ein Hauptnetzteil zum Bereitstellen von Leistung in der Normalbetriebsart,
- einen Sensor zum Detektieren, ob die elektrische Anwendung elektrisch mit dem externen Netzteil verbunden ist, und zum An- und Ausschalten des Haupt-

netzteils, und ein Bereitschaftsnetzteil zum Bereitstellen von Strom für den Sensor zum Anschalten des Hauptnetzteils während der Bereitschaftsbetriebsart, wobei das Bereitschaftsnetzteil umfasst:

- a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Sekundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,
- b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung,
- c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung, und
- d) einen Strombegrenzer,

wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, wobei der Strombegrenzer ausgestaltet ist, die Menge des durch die Primärwicklung fließenden Stroms zu begrenzen, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

[0054] Einige Beispiele von elektrischen Geräten wurden angegeben, aber für den fachmännischen Leser ist selbstverständlich, dass die Erfindung bei vielen verschiedenen Geräten und nicht nur bei den aufgelisteten Anwendung findet. Zusätzlich ist zu verstehen, dass Merkmale, welche bezüglich eines Aspektes der Erfindung beschrieben werden, auch auf einen anderen Aspekt der Erfindung anwendbar sein können.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0055] Die vorstehend genannten Aspekte und viele der zugehörigen Vorteile dieser Erfindung werden einfacher geschätzt werden, wenn selbige unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung in Zusammenschau mit der beigefügten Zeichnung besser verstanden werden, worin:

[0056] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0057] [Fig. 2](#) eine Schaltungsimplementierung des in [Fig. 1](#) gezeigten ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0058] [Fig. 3](#) ein Graph der Spannung an dem Knoten **200** der [Fig. 2](#) über die Zeit ist,

[0059] [Fig. 4a](#) ein Graph der Spannung über die Primärwicklung des Transformators X1 der [Fig. 2](#) über der Zeit ist,

[0060] [Fig. 4b](#) eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 4a](#) ist,

[0061] [Fig. 5a](#) ein Graph der Stromaufnahme durch die Primärwicklung des Transformators X1 der [Fig. 2](#) über der Zeit ist,

[0062] [Fig. 5b](#) eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 5a](#) ist,

[0063] [Fig. 6a](#) ein Graph der Spannung über die Sekundärwicklung des Transformators X1 der [Fig. 2](#) über der Zeit ist,

[0064] [Fig. 6b](#) eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 6a](#) ist,

[0065] [Fig. 7](#) ein Graph der Spannung am Ausgangsknoten **206** von [Fig. 2](#) über der Zeit ist,

[0066] [Fig. 8](#) ein Blockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0067] [Fig. 9](#) eine erste Schaltungsimplementierung des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, welches in [Fig. 8](#) gezeigt ist, ist,

[0068] [Fig. 10](#) eine zweite Schaltungsimplementierung des in [Fig. 8](#) gezeigten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0069] [Fig. 11](#) ein Blockdiagramm eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0070] [Fig. 12](#) eine Schaltungsimplementierung des in [Fig. 11](#) gezeigten dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung zeigt,

[0071] [Fig. 13](#) ein Blockdiagramm eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0072] [Fig. 14](#) eine Schaltungsimplementierung des in [Fig. 13](#) gezeigten vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0073] [Fig. 15](#) ein Graph der Spannung am Knoten **200** der [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0074] [Fig. 16](#) ein Graph der Spannung am Knoten **201** der [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0075] [Fig. 17](#) ein Graph der Spannung am Knoten **202** von [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0076] [Fig. 18](#) ein Graph der Spannung am Knoten **103** von [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0077] [Fig. 19](#) ein Graph der Spannung über die Primärwicklung des Transformators X1 der [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0078] [Fig. 20](#) ein Graph der Spannung über die Sekundärwicklung des Transformators X1 der [Fig. 14](#) über der Zeit ist,

[0079] [Fig. 21](#) das Bereitschaftsnetzteil der Erfindung in Benutzung in einer ersten Anwendung zeigt,

[0080] [Fig. 22](#) die erste Anwendung wie in [Fig. 21](#) gezeigt, umfassend das zweite Ausführungsbeispiel der Erfindung wie in [Fig. 18](#) gezeigt, zeigt und

[0081] [Fig. 23](#) das Bereitschaftsnetzteil der Erfindung in Benutzung in einer zweiten Anwendung zeigt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0082] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, und [Fig. 2](#) zeigt eine Schaltungsimplementierung dieses Ausführungsbeispiels.

[0083] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist der Eingang Wechsellspannungsversorgung V1. Die Wechsellspannungsversorgung kann irgendeine Wechsellspannung bei irgendeiner Frequenz sein, zum Beispiel 110 VAC, 120 VAC, 230 VAC oder 240 VAC bei 50 oder 60 Hz. Die Wechsellspannungsversorgung V1 ist mit einem Strombegrenzer **101** verbunden, welcher zwei Kondensatoren C1 und C2 umfasst. Wie beschrieben werden wird, kann die Leistungsaufnahme durch Veränderung des Wertes dieser Kondensatoren gesteuert werden. Das Wechsellspannungssignal wird dann durch einen durch vier Dioden D1, D2, D3 und D4 gebildeten Gleichrichter **103** gleichgerichtet. Es ist zu bemerken, dass der Gleichrichter ein Zweigegeleicher ist, welcher eine Ausgangsgleichspannung mit zwei Maxima pro Wechsellspannungsperiode bereitstellt. Ein Kondensator C3 wirkt als Spannungsbegrenzer **105**, um die Spannung an einem Knoten **200** zu begrenzen, um den Durchbruch der Vorrichtung aufgrund übermäßig hoher Spannungen zu verhindern. Wenn die Schaltungselemente eine hohe Durchbruchsspannung, das heißt über dem Maximum der Versorgungswechselspannungsspitzenspannung, aufweisen, dann kann der Kondensator C3 weggelassen werden. Der Kondensator C3 wird unten weiter diskutiert.

[0084] Eine Anordnung **111** ist ein zwischen der Wechsellspannungsversorgung und der Primärwicklung eines Transformators X1 angeordneter Schalter,

so dass, wenn der Schalter an ist, eine Stromaufnahme durch die Primärwicklung vorliegt, und wenn der Schalter aus ist, keine Stromaufnahme durch die Primärwicklung vorliegt. Ein Widerstand R1 und ein Kondensator C4 bilden zusammen einen RC-Zeitgeber **107**, welcher den Zeitverlauf des Schaltens des Schalters **111** wie unten beschrieben werden wird steuert. Zusätzlich ist der Widerstand R1 gewählt, groß zu sein, und der Kondensator C4 ist gewählt, klein zu sein, so dass es eine minimale Stromaufnahme zur Vermeidung von Verlusten gibt. Eine Diode D5 wirkt als Zeitgeberrücksetzung **109** für den RC-Zeitgeber **107**, indem sie einen Entladungspfad für den Kondensator C4 bereitstellt, wenn das Wechselspannungssignal am Knoten **200** niedrig ist, nachdem der Schalter **111** angeschaltet wird.

[0085] Der Schalter **111** ist durch zwei Transistoren Q1 und Q2, zwei Widerstände R2 und R3 und einen Kondensator C5 gebildet und ist mit dem Transformator X1 verbunden. Der Schalter **111** ist ausgestaltet, durch die Benutzung positiver Rückkopplung sehr schnell anzuschalten. Die Vorteile des schnellen Anschaltens werden unten diskutiert.

[0086] Auf der sekundären Seite des Transformators X1 wirkt eine Diode D6 als ein Gleichrichter, und Kondensator C7 ist ein Filterkondensator. Kondensator C7 lädt sich auf, um eine stationäre Gleichspannung am Ausgleichsknoten **206** für die Last R_{load} bereitzustellen.

[0087] Die Betriebsweise der Anordnung von [Fig. 2](#) ist wie folgt. Während einer ersten Halbperiode des Betriebs entladen sich, während die Spannung des gleichgerichteten Wechselspannungssignal am Knoten **200** anwächst, die Kondensatoren C1 und C2, und der Kondensator C4 (und der Kondensator C3, wenn vorhanden) wird/werden aufgeladen.

[0088] Wenn die Spannung am Knoten **202** (welche auch die Basisspannung des Transistors Q1 ist) aufgrund des Aufladens des Kondensators C4 hoch genug ist (dies geschieht nahe der Spitze des Wechselspannungssignals), ist die Basis-Emitterstrecke des Transistors Q1 in Vorwärtsrichtung bzw. Durchlassrichtung gespannt, was bewirkt, dass Transistor Q1 angeschaltet wird. Wenn Q1 angeschaltet ist, fällt die Spannung am Knoten **203** (welche auch die Basisspannung des Transistors Q2 ist). Dies bewirkt ein Anschalten des Transistors Q2, was zu einer schnellen Aufnahme von Strom durch die primäre Seite des Transformators X1 und durch Widerstand R3 führt, was einen Spannungsanstieg am Knoten **204** bedeutet. Dieser Spannungsanstieg wird über den Rückkopplungskondensator C5 zurück auf den Knoten **202** übertragen. Dies bedeutet, dass die Spannung am Knoten **202** und dementsprechend die Basis-Emitterspannung des Transistors Q1 noch schneller ansteigt, was einen höheren Stromfluss

durch die Kollektor-Emitterstrecke des Transistors Q1 bewirkt, was zu einer noch größeren Stromaufnahme durch die Emitter-Kollektorstrecke des Transistors Q2 und einem weiteren Spannungsanstieg am Knoten **204** führt. Dies bedeutet, dass die Anordnung ein System der positiven Rückkopplung bereitstellt, welches ein sehr schnelles Anschalten hervorruft.

[0089] Der Grund dafür, dass schnelles Schalten vorteilhaft ist, ist, Verluste in dem Schalter selbst zu verringern. Wenn der Schalter **111** angeschaltet wird, fließt ein Strom durch den Schalter. Eine über den Schalter abfallende Spannung (in diesem Fall insbesondere die Emitter-Kollektorspannung des Transistors Q2) wird zu Verlusten führen. Idealerweise sollte der Schalter instantan anschalten, so dass die Zeit zum Abfallen der Spannung über den Schalter bezüglich Masse instantan ist (die Spannung über den Schalter ist am Knoten **207** angegeben). In der Praxis ist jedoch instantanes Schalten nicht möglich, aber schnelles Schalten wird die Zeit zum Abfallen der Spannung über den Schalter verkürzen, was wiederum Verluste reduzieren wird. Somit verringert die Benutzung von positiver Rückkopplung zur Vergrößerung der Schaltgeschwindigkeit Verluste in dem Schalter selbst.

[0090] Wie beschrieben wird, sobald die gleichgerichtete Signalspannung bei oder nahe ihrer Spitze ist, der Schalter **111** angeschaltet. Dies schließt die Schaltung und bewirkt ein schnelles Einströmen von Strom durch die primäre Seite des Transformators X1 und durch C1 und C2, was C1 und C2 auflädt. Wenn dies geschieht, fällt die Spannung am Knoten **200** schnell auf Masse ab, weil der Knoten **200** durch die Primärwicklung des Transformators X1 nach Masse kurzgeschlossen wird, wenn der Schalter **111** angeschaltet wird, und weil die Kondensatoren C1 und C2 in der Wechselspannungseingangslleitung als Impedanzen wirken und es einen Spannungsabfall über C1 und C2 gibt, wenn der Knoten **200** auf Masse abfällt. Sobald C1 und C2 vollständig aufgeladen sind, hört der Strom auf, zu fließen (das heißt der Schalter wird effektiv ausgeschaltet). Dies begrenzt die Menge des Stroms für die Primärwindung des Transformators in jeder Periode.

[0091] Während Schalter **111** angeschaltet ist, entladen sich die Kondensatoren C3 und C4 über die Primärwicklung des Transformators X1. Sobald der Kondensator C4 entladen ist, wird der RC-Zeitgeber **107** zurückgesetzt, und der RC-Zeitgeber **107** und der Schalter **111** erwarten die nächste Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals am Knoten **200** in der nächsten Halbperiode. Während der nächsten Halbperiode können, während das gleichgerichtete Wechselspannungssignal von Null auf ein Maximum anwächst, sich die Kondensatoren C1 und C2, welche nun aufgeladen sind, entladen.

Wie bereits erwähnt ist Widerstand R1 ausgewählt, groß zu sein, so dass ein vernachlässigbarer Strom durch ihn gezogen wird. Somit wird der gesamte Strom durch die primäre Seite des Transformators X1 gezogen, was Verluste auf ein Minimum beschränkt. Es ist zu schätzen, dass die Richtung der Spannungen über C1 und C2 in jeder Halbperiode aufgrund der Richtung des ursprünglichen Wechselspannungssignals wechselt.

[0092] Der kurze Puls der Stromaufnahme in der primären Seite des Transformators X1 führt zu einem entsprechenden Puls von Stromfluss durch die sekundäre Seite des Transformators X1. Auf der sekundären Seite des Transformators X1 wirkt die Diode D6 als Gleichrichter und der Kondensator C7 ist ein Filterkondensator. In jeder Halbperiode des Betriebs gibt es einen Strompuls durch die sekundäre Seite des Transformators X1, und Kondensator C7 wird aufgrund dieser Strompulse Stück für Stück aufgeladen, bis eine stationäre Gleichspannung am Ausgangsknoten **206** erreicht wird. Diese Gleichspannung wird der Last R_{load} bereitgestellt (R_{load} kann beispielsweise ein Fernbedienungsempfänger sein, welcher während einem Bereitschaftsbetrieb Leistung benötigt). Der Ausgangsknoten **206** stellt die nötige Ausgangsspannung bereit. Der Wert des Kondensators C7 wird geeignet gewählt, um das richtige Funktionieren von R_{load} bei der erforderlichen Spannung sicherzustellen.

[0093] Wie bereits erwähnt hört, sobald die Kondensatoren C1 und C2 vollständig aufgeladen sind, der Strom auf, durch die Wicklungen zu fließen. Somit kann der Wert der Kondensatoren C1 und C2 ausgewählt werden, den Stromfluss durch die Wicklungen auf einen gewünschten Wert zu setzen. Dies steuert die Menge an verbrauchter Leistung.

[0094] Es ist zu bemerken, dass es bei diesem Ausführungsbeispiel wichtig ist, dass die Diode D5 vorhanden sind, da es dies ermöglicht, den Schalter in jeder Periode zurückzusetzen. Wenn die Diode D5 nicht vorhanden wäre, würde der Schalter **111** nie zurückgesetzt werden, so dass die Anordnung nicht funktionieren würde, da sie nach dem erstmaligen Anschalten nicht ausschalten würde, und die Anordnung würde einfach wie frühere Anordnungen mit einer konstanten Stromaufnahme durch die Transformatorwicklungen und mit unzureichender Spannung über die Wicklungen, um eine Ausgangsgleichspannung zu liefern, arbeiten (bemerke jedoch das alternative Verfahren zum Zurücksetzen gemäß dem in [Fig. 12](#) dargestellten dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung).

[0095] Man bemerke zudem, dass es bevorzugt wird, dass der Schalter **111** so nahe wie möglich bei der Spitze des Gleichspannungssignals anschaltet. Dies erzeugt eine maximale Spannungsspitze über

die Wicklungen, wenn der Schalter **111** angeschaltet wird. Wenn der Schalter **111** am Beginn des Wechselspannungssignals (d.h. wenn die Wechselspannung bei Null ist) anschalten würde, würde die Anordnung nicht funktionieren, da es einfach so wäre, als ob der Schalter nicht da wäre, und es gäbe kein plötzliches Einfließen von Strom von der Wechselspannungsversorgung, und der Kondensator C4 (und C3 falls vorhanden) würde keine Zeit haben, sich aufzuladen. Das heißt, der Schalter muss angeschaltet werden, sobald das gleichgerichtete Wechselspannungssignal ein wenig angewachsen ist, und der Schalter schaltet sich bevorzugt nahe bei der Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals an, da dies die Spannungsspitze maximiert.

[0096] Wie bereits erwähnt wirkt C3 als Spannungsbegrenzer und kann unter bestimmten Umständen weggelassen werden. Wenn jedoch C3 vorhanden ist, wird er sich zusammen mit C4 aufladen, während das gleichgerichtete Wechselspannungssignal zu seiner Spitze hin anwächst. Somit wird, wenn der Schalter **111** angeschaltet wird, sowohl die in C4 als auch die in C3 gespeicherte Energie auf die Transformatorwicklungen hinübertransferiert. In der Praxis ist der Beitrag von C4 (und C3 wenn vorhanden) zu der Spannungsspitze minimal, die Spannungsspitze wird primär durch das Einströmen von Strom direkt von der Wechselspannungsversorgung bereitgestellt.

[0097] Ein Kondensator C6 und ein Widerstand R6 bilden zusammen eine Dämpfungsschaltung **117**. Die Funktion der Dämpfungsschaltung **117** ist es, das Läuten aufgrund des durch das Schalten erzeugten Transienten zu verringern. Dies wird bei praktischen Anwendungen hinzugefügt, um elektromagnetische Emission aus der Schaltung aufgrund dieses Läutens zu verringern, aber die Anordnung wird auch ohne die Dämpfungsschaltung **117** arbeiten.

[0098] [Fig. 3](#), [Fig. 4a](#), [Fig. 4b](#), [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#), [Fig. 6a](#), [Fig. 6b](#) und [Fig. 7](#) zeigen verschiedene Eigenschaften bezüglich der Zeit an Punkten der Schaltung von [Fig. 2](#). Die Figuren stellen die Prozesse dar, welche während jeder Wechselspannungsperiode geschehen, während die Spannung an dem Ausgangsknoten auf eine stationäre Spannung anwächst.

[0099] [Fig. 3](#) ist ein Graph der Spannung am Knoten **200** über der Zeit. In jeder Periode steigt die Spannung am Knoten **200** zu einer Spitze an. Dann fällt, wenn der Schalter **111** schaltet, was zu einer Stromaufnahme durch die primäre Seite des Transformators X1 führt, die Spannung an dem Knoten **200** auf Masse ab. Bei diesem Beispiel ist zu sehen, dass jede Periode 10 ms dauert, d.h. die Frequenz des gleichgerichteten Wechselspannungssignals ist 100 Hz, so dass die Wechselspannungsversorgung bei 50 Hz arbeitet.

[0100] [Fig. 4a](#) ist ein Graph der Spannung über die Primärwicklung des Transformators X1 über der Zeit. In jeder Periode gibt es eine Spannungsspitze entsprechend der Stromaufnahme durch die primäre Seite des Transformators X1, wenn der Schalter **111** geschaltet wird. Die in [Fig. 4a](#) gezeigten Spannungsspitzen sind sehr spitz. Natürlich sind die Spannungsspitzen nicht instantan, und eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 4a](#) ist in [Fig. 4b](#) gezeigt. Es ist zu bemerken, dass bei dieser Anordnung die Spannungsspitzen groß sind (viel größer als sie bei den Anordnungen gemäß dem Stand der Technik wären, welche keinen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung aufweisen), so dass die Ausgangsgleichspannung für die Last bereitgestellt werden kann.

[0101] [Fig. 5a](#) ist ein Graph des Stroms durch die Primärwicklung des Transformators X1 über der Zeit. In jeder Periode gibt es eine spitze Stromaufnahme, wenn der Schalter **111** schaltet. Die Stromaufnahme-spitzen entsprechen den Spannungsspitzen von [Fig. 4a](#). Natürlich sind die Stromaufnahmen nicht instantan, und eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 5a](#) ist in [Fig. 5b](#) gezeigt. Die zeitliche Länge der Stromaufnahme durch die Primärwicklung wird durch die Versorgungsspannung, die Induktivität in der Transformatorwicklung und, wenn C3 (Spannungsbegrenzer) vorhanden ist, durch den Kondensator C3 bestimmt.

[0102] Mit jeder Stromaufnahme durch die Primärwicklung des Transformators X1 gibt es einen entsprechenden Strompuls durch die Sekundärwicklung des Transformators X1. [Fig. 6a](#) ist ein Graph der Spannung über der Sekundärwicklung des Transformators X1 über der Zeit. Es ist zu sehen, dass es in jeder Periode eine Spannungsspitze entsprechend dem Strompuls gibt. [Fig. 6b](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Periode von [Fig. 6a](#).

[0103] Wie beschrieben lädt sich mit jedem Strompuls durch die Sekundärwicklung des Transformators X1 der Kondensator C7 ein wenig auf, d.h. die Spannung am Knoten **206** wächst ein wenig an. D.h., dass sich der Kondensator C7 über mehrere Perioden Stück für Stück auflädt, und die Spannung am Knoten **200** Stück für Stück anwächst. [Fig. 7](#) ist ein Graph der Spannung am Knoten **206**. Es ist zu sehen, dass die Spannung am Ausgangsknoten **206** mit jeder Schaltperiode ansteigt und zu guter Letzt eine stationäre Gleichspannung erreicht.

[0104] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, und [Fig. 9](#) zeigt eine erste Schaltungsimplementierung dieses Ausführungsbeispiels.

[0105] Es ist zu sehen, dass mit Ausnahme der Hinzufügung eines Regulators **119** das in [Fig. 8](#) darge-

stellte zweite Ausführungsbeispiel dasselbe wie das erste Ausführungsbeispiel ist. Das heißt, zusammengefasst umfasst die Anordnung die Wechselspannungsversorgung V1, den Strombegrenzer **101** (bewerkstelligt durch zwei Kondensatoren C1 und C2), den Gleichrichter **103** (bewerkstelligt durch vier Dioden D1, D2, D3 und D4), den Spannungsbegrenzer **105** (Kondensator C3), den RC-Zeitgeber **107** (bewerkstelligt durch Widerstand R1 und Kondensator C4) und die Zeitgeberrücksetzung **109** (Diode D5) für den Schalter **111** (bewerkstelligt durch Transistoren Q1 und Q2, Widerstände R2 und R3 und Kondensator C5), den Transformator X1, den Gleichrichter **113** (Diode D6), das Filter **115** (Kondensator C7) und die optionale Dämpferschaltung **117** (bewerkstelligt durch Kondensator C6 und Widerstand R3).

[0106] Die Anordnung umfasst zusätzlich den Regulator **119**. Die Funktion des Regulators **119** ist es, die Fluktuation der Gleichspannung an dem Ausgang (Knoten **206**) für die Last zu verringern. Dies ist bei Lasten wichtig, welche eine gute Versorgungsspannungsregulierung benötigen.

[0107] [Fig. 9](#) zeigt eine erste Schaltungsimplementierung des Ausführungsbeispiels von [Fig. 8](#). Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht der Regulator **119** aus einem Transistor Q3, einem Widerstand R6 und einer Zenerdiode D7. Wenn die Ausgangsspannung am Knoten **206** (siehe [Fig. 7](#)) zu hoch wird, wird die Zenerdiode D7 durchbrechen. Dies wird die Basis-Emitterstrecke des Transistors Q3 in Vorwärtsrichtung spannen, was bewirkt, dass der Transistor Q3 anschaltet. Durch Anschalten von Q3 wird das Aufladen von C4 angehalten, da der Strom über den Widerstand R1 und den Transistor Q3 auf Masse abgeleitet wird. Als Effekt wird der RC-Zeitgeber **107** und demzufolge der Schalter **111** ausgeschaltet. Somit hört die Übertragung von Energie von der primären Seite zu der sekundären Seite des Transformators X1 zeitweilig auf, was folglich das Aufladen des Kondensators C7 anhält, bis die Ausgangsspannung am Knoten **206** unter die Durchbruchsspannung der Zenerdiode D7 fällt.

[0108] [Fig. 10](#) zeigt eine zweite Schaltungsimplementierung des Ausführungsbeispiels von [Fig. 8](#). Bei dieser Implementierung ist der Transistor Q3 durch einen Optokoppler IC1 in dem Regulator **119** ersetzt, und der Widerstand R6 und die Zenerdiode D7 sind geeignet verbunden. Die Benutzung eines Optokopplers ist vorteilhaft, da es dann keine physikalische Verbindung zwischen der primären und der sekundären Seite der Schaltung gibt. Der Optokoppler arbeitet als ein Schalter in der Schaltung wie Transistor Q3 in [Fig. 9](#). Wenn die Spannung am Ausgangsknoten 2 Null 6 hinreichend hoch ist, so dass die Zenerdiode D7 durchbricht, emittiert die Leuchtdiode (LED) innerhalb des Optokopplers Licht, und der darin enthaltene Fototransistor wird angeschaltet. Dies bewirkt,

dass Strom über den Widerstand R1 und den Fototransistor des Optokopplers auf Masse abgeleitet wird.

[0109] Wie bereits erwähnt bedeutet der Optokoppler, dass die primäre und die sekundäre Seite der Schaltung nicht physikalisch verbunden sind, da die Schalterfunktion unter Benutzung von Licht erreicht wird. Die Benutzung eines Optokopplers kann für Sicherheitserfordernisse akzeptabler sein (da es eine so hohe Spannung auf der primären Seite der Schaltung gibt), da die zwei Seiten der Schaltung dann isoliert sind.

[0110] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung, und [Fig. 12](#) zeigt eine Schaltungsimplementierung dieses Ausführungsbeispiels.

[0111] Es ist zu sehen, dass das in [Fig. 11](#) dargestellte dritte Ausführungsbeispiel mit Ausnahme davon, dass die Zeitgeberrücksetzung **109** nicht mehr erforderlich ist und eine Schaltersteuerung **610** und ein MOSFET-Schalter **611** den Schalter **111** ersetzen, dasselbe wie das erste Ausführungsbeispiel ist. Das heißt, zusammengefasst umfasst die Anordnung die Wechselspannungsversorgung V1, den Strombegrenzer **101** (bewerkstelligt durch zwei Kondensatoren C1 und C2), den Gleichrichter **103** (bewerkstelligt durch vier Dioden D1, D2, D3 und D4), den Spannungsbegrenzer **105** (Kondensator C3), den RC-Zeitgeber **107** (bewerkstelligt durch Widerstand R1 und Kondensator C4), den Transformator X1, den Gleichrichter **113** (Diode D6), das Filter **115** (Kondensator C7) und die optionale Dämpferschaltung **117** (bewerkstelligt durch Kondensator C6 und Widerstand R4). Die Anordnung umfasst zusätzlich MOSFET Schalterelement **611** zwischen der Wechselspannungsversorgung und der Primärwicklung und die Schaltersteuerung **610**. Abschnitte der Anordnung, welche mit der Anordnung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) übereinstimmen, werden nicht mehr detailliert diskutiert.

[0112] Die Anordnung **611** ist ein zwischen einer gleichgerichteten Wechselspannung und der Primärwicklung des Transformators X1 angeordnetes MOSFET Schalterelement, so dass, wenn der Schalter an ist, es eine Stromaufnahme durch die Primärwicklung gibt, und wenn der Schalter aus ist, es keine Stromaufnahme durch die Primärwicklung gibt. Der Widerstand R1 und der Kondensator C4 bilden zusammen den RC-Zeitgeber **607**, welcher das Zeitverhalten des Schaltens des Schalters **611** über die Schaltersteuerung **610** steuert, wie unten beschrieben werden wird. Zusätzlich ist der Widerstand R1 gewählt, groß zu sein, und der Kondensator C4 ist gewählt, klein zu sein, so dass es eine minimale Stromaufnahme gibt, um Verluste zu vermeiden. Die Schaltungssteuerung **610** (gebildet durch zwei Transistoren Q11

und Q12, eine Zenerdiode D11 und zwei Widerstände R12 und R13) ist mit dem Transformator X1 verbunden. Die Transistoren Q11 und Q12 bilden eine Thyristoreinrichtung.

[0113] Die Betriebsweise der Anordnung von [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) ist wie folgt. Während einer ersten Halbperiode des Betriebs werden, während die Spannung des gleichgerichteten Wechselspannungssignals am Knoten **200** ansteigt, die Kondensatoren C1 und C2 (von der vorhergehenden Halbperiode) entladen, und der Kondensator C4 (und optional Kondensator C3) wird/werden aufgeladen. Wenn die Spannung am Knoten **702** aufgrund des Aufladens des Kondensators C4 hoch genug ist (dies geschieht nahe der Spitze des Wechselspannungssignals), wird die Thyristoreinrichtung anschalten, wenn die Spannung über C4 ausreichend hoch über die Durchbruchsspannung der Zenerdiode D11 ansteigt, um die Basis-Emitterstrecke von Q12 in Vorwärtsrichtung zu spannen. Folgend dem Anschalten der Thyristoreinrichtung wird der Schalter **611** angeschaltet. Der Schalter **611** bleibt angeschaltet, bis sich C4 über die Thyristoreinrichtung entladen hat und die Spannung am Knoten **703** unter eine Gate-Schwellesspannung des Schalters **611** fällt. Dieser Zyklus wird anschließend aufeinander folgend wiederholt.

[0114] Wie beschrieben wird, sobald die gleichgerichtete Signalspannung bei oder nahe ihrer Spitze ist, der Schalter **611** angeschaltet. Dies schließt die Schaltung und bewirkt ein schnelles Einströmen von Strom durch die primäre Seite des Transformators X1 und durch C1 und C2, was C1 und C2 auflädt. Wenn dies geschieht, fällt die Spannung am Knoten **200** schnell auf Masse ab, da der Knoten **200** über die Primärwicklung des Transformators X1 nach Masse kurzgeschlossen ist, wenn der Schalter **611** angeschaltet ist, und weil die Kondensatoren C1 und C2 in der Wechselspannungseingangslleitung als hohe Impedanzen wirken. Es gibt einen Spannungsabfall über C1 und C2, wenn der Knoten **200** auf Masse abfällt. Sobald C1 und C2 vollständig aufgeladen sind, hört der Strom auf zu fließen (d.h. der Schalter wird effektiv abgeschaltet). Dies begrenzt die Menge des Stroms für die Primärwicklung des Transformators in jedem Zyklus.

[0115] Während der Schalter **611** an ist, entlädt sich der Kondensator C3 durch die Primärwicklung des Transformators X1. Sobald sich der Kondensator C4 durch die Thyristoreinrichtung entladen hat, wird der RC-Zeitgeber **607** zurückgesetzt, und der RC-Zeitgeber **607** und der Schalter **611** erwarten die nächste Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals am Knoten **200** in der nächsten Halbperiode. Während der nächsten Halbperiode können sich, während das gleichgerichtete Wechselspannungssignal von Null auf ein Maximum anwächst, die Kondensatoren C1 und C2, welche nun aufgeladen sind,

entladen. Wie bereits erwähnt ist der Widerstand R1 ausgewählt, groß zu sein, so dass ein vernachlässigbarer Strom durch ihn fließt. Somit wird der gesamte Strom durch die primäre Seite des Transformators X1 gezogen, was Verluste auf ein Minimum beschränkt. Es ist zu schätzen, dass die Richtung der Spannungen über C1 und C2 in jeder Halbperiode aufgrund der Richtung des ursprünglichen Wechselspannungssignals alterniert.

[0116] Wie bei den anderen Ausführungsbeispielen führt der kurze Puls von Stromaufnahme in der primären Seite des Transformators X1 zu einem entsprechenden Stromflusspuls durch die sekundäre Seite des Transformators X1, so dass der Kondensator C7 Stück für Stück aufgeladen wird, bis eine stationäre Gleichspannung am Ausgangsknoten 206 erreicht wird. Diese Gleichspannung wird der Last R_{load} bereitgestellt.

[0117] Wie bereits erwähnt hört der Strom damit auf, durch die Wicklungen zu fließen, sobald die Kondensatoren C1 und C2 vollständig aufgeladen sind. Somit können wie bei den anderen Ausführungsbeispielen die Werte der Kondensatoren C1 und C2 gewählt werden, um den Stromfluss durch die Wicklungen auf einen gewünschten Wert festzusetzen. Dies steuert die Menge der verbrauchten Leistung.

[0118] Wie zuvor ist zu bemerken, dass es bevorzugt ist, dass der Schalter 611 so nahe wie möglich bei der Spitze des Wechselspannungssignals anschaltet. Dies erzeugt eine Spitzenspannung über die Wicklungen, wenn der Schalter 611 angeschaltet wird. Wenn der Schalter 611 am Beginn des Wechselspannungssignals anschalten würden (d.h. wenn die Wechselspannung bei Null ist), würde die Anordnung nicht funktionieren, da es einfach so wäre, als ob der Schalter 611 nicht da wäre, und es gäbe kein plötzliches Einströmen von Strom von der Wechselspannungsversorgung, und der Kondensator C4 (und C3, wenn vorhanden) hätte keine Zeit, sich aufzuladen. D.h. der Schalter 611 muss anschalten, sobald das gleichgerichtete Wechselspannungssignal ein wenig angestiegen ist, und der Schalter 611 schaltet bevorzugt nahe der Spitze des gleichgerichteten Wechselspannungssignals an, da dies die Spannungsspitze maximiert.

[0119] Wie bereits erwähnt wirkt C3 als ein Spannungsbegrenzer und kann unter bestimmten Umständen weggelassen werden. Wenn C3 vorhanden ist, wird er sich jedoch zusammen mit C4 aufladen, während das gleichgerichtete Wechselspannungssignal zu seiner Spitze hin ansteigt. Somit wird, wenn der Schalter 611 angeschaltet wird, die in C3 gespeicherte Energie auf die Transformatorwicklungen hinübertransferiert.

[0120] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm eines vierten

Ausführungsbeispiels der Erfindung, und [Fig. 14](#) zeigt eine Schaltungsimplementierung dieses Ausführungsbeispiels.

[0121] Es ist zu sehen, dass das in [Fig. 13](#) dargestellte vierte Ausführungsbeispiel mit Ausnahme davon, dass der Strombegrenzer 101 und der Spannungsbegrenzer 105 aus der Schaltung weggelassen sind, dasselbe wie das dritte Ausführungsbeispiel ist. Zusammengefasst umfasst die Anordnung die Wechselspannungsversorgung V1, den Gleichrichter 103 (bewerkstelligt durch vier Dioden D1, D2, D3 und D4), den RC-Zeitgeber 107 (bewerkstelligt durch Widerstand R1 und Kondensator C4), den Transformator X1, den Gleichrichter 113 (Diode D6), den Filter 115 (Kondensator C7) und die optionale Dämpferschaltung 117 (bewerkstelligt durch einen Kondensator und einen Widerstand). Bei diesem Ausführungsbeispiel kann der Gleichrichter 103 ein Einweggleichrichter sein, welcher nur eine einzige Diode umfasst. Das MOSFET-Schaltelement 611 und die Schaltersteuerung 610 des dritten Ausführungsbeispiels sind auch in dem vierten Ausführungsbeispiel vorhanden. Abschnitte der Schaltung, welche bei früheren Ausführungsbeispielen beschrieben wurden, werden nicht mehr detailliert diskutiert.

[0122] [Fig. 15](#), [Fig. 16](#), [Fig. 17](#), [Fig. 18](#), [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) zeigen verschiedene Eigenschaften der Schaltung bezogen auf die Zeit an Punkten der Schaltung von [Fig. 15](#). Die Figuren stellen die Schaltungseigenschaften dar, welche während jeder Wechselspannungsperiode auftreten, während die Spannung an dem Ausgangsknoten zu einer stationären Spannung hin ansteigt. Bei der Beschreibung der Betriebsweise des vierten Ausführungsbeispiels wird auf die [Fig. 15](#), [Fig. 16](#), [Fig. 17](#), [Fig. 18](#), [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) Bezug genommen.

[0123] [Fig. 15](#) ist ein Graph der Spannung am Knoten 200 über der Zeit. Wenn die Spannung am Knoten 200 beginnt, von Null aus anzuwachsen, wird der Kondensator C4 des RC-Zeitgebers 107 über den Widerstand R1 aufgeladen. Wenn die Spannung über C4 (die in [Fig. 16](#) gezeigte Spannung am Knoten 201) die Durchbruchsspannung der Zenerdiode D5 erreicht, wird die durch Q1 und Q2 gebildete Thyristoreinrichtung angeschaltet, und anschließend wird der Schalter Q3 ebenso angeschaltet. Um die verfügbare Ausgangsleistung zu maximieren, kann der Schalter Q3 bevorzugt angeschaltet werden, wenn die Spannung am Knoten 200 ihren Spitzenwert erreicht. Diese Synchronisierung kann durch Variieren der Zeitkonstante des RC-Zeitgebers 107 erreicht werden.

[0124] Sobald die Thyristoreinrichtung angeschaltet ist, zieht sie kontinuierlich Strom von C4 und R1. Da R1 einen hohen Widerstand und C4 eine niedrige Kapazität aufweist, fällt wie in [Fig. 16](#) gezeigt die Span-

nung über C4 (am Knoten **201**) schnell ab.

[0125] Um das Aufladen von C4 während einer nächsten Periode zu ermöglichen, muss die Thyristoreinrichtung vor dem Beginn der nächsten Periode abgeschaltet werden. Dieses Abschalten der Thyristoreinrichtung geschieht, wenn die Spannung am Knoten **200** auf einen Wert abfällt, welcher nicht in der Lage ist, genug Strom durch R1 bereitzustellen, dass die Thyristoreinrichtung in Betrieb bleibt.

[0126] Bezug nehmend auf [Fig. 17](#) ist zu sehen, dass, wenn die Thyristoreinrichtung angeschaltet wird, die Gatespannung des MOSFETS Q3 (Knoten **202**) scharf ansteigt und folglich Q3 anschaltet. Wenn Q3 „An“ ist, fließt Strom durch die Primärwicklung des Transformators X1. Als solches wird Energie in der Form $E = 1/2LI^2$ gespeichert, wobei E die gespeicherte Energie, L die Induktivität der Primärwicklung des Transformators und I der durch die Primärwicklung hindurchgehende Strom ist.

[0127] Während der in der Primärwicklung fließende Strom ansteigt, weist die Spannung über R4 (Knoten **203**) ein rampenähnliches Muster auf ([Fig. 18](#)). Wenn in Betrieb, verringert sich die Gatespannung von Q3, während seine Sourcespannung ansteigt. Q3 schaltet sich aus, wenn der Unterschied zwischen der Gate- und der Sourcespannung unter seine Schwellenspannung fällt. Sobald sich Q3 ausschaltet, wird die in der Primärwicklung gespeicherte Energie auf die Sekundärwicklung übertragen. [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) zeigen die Spannungen über die Primär- bzw. Sekundärwicklung des Transformators X1.

[0128] Es ist zu bemerken, dass sich Q3 nur einmal während einer halben Wechselspannungsperiode an- und abschaltet. [Fig. 15](#) zeigt, dass das Schalten mit einer Frequenz von ungefähr 120 Hz vonstatten geht. Daher weisen dieses und die vorstehend erwähnten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung niedrigere Schaltverluste verglichen mit herkömmlichen Netzteilen mit Schaltbetriebsart, welche bei höheren Frequenzen arbeiten, auf.

[0129] [Fig. 21](#) zeigt das Netzteil der Erfindung in Benutzung in einer ersten Anwendung, und [Fig. 22](#) zeigt diese Anwendung umfassend das zweite Ausführungsbeispiel dieser Erfindung (wie in [Fig. 8](#) gezeigt). [Fig. 21](#) und [Fig. 22](#) zeigen das Netzteil als ein Bereitschaftsnetzteil in einer elektrischen Anwendung, beispielsweise einem Fernseher oder Waschmaschine, benutzt. Die Anwendung ist direkt mit einem Wechselstromnetzteil zum Bereitstellen von Leistung für seinen eigenen Betrieb während der normalen Benutzung verbunden. ([Fig. 23](#) zeigt das Netzteil in einem externen Netzteil benutzt, beispielsweise einem Mobiltelefonladegerät, und wird weiter unten diskutiert)

[0130] [Fig. 21](#) zeigt eine Anwendung **1101**, welche mit einer Wechselspannungsversorgung (z.B. Netzversorgung) verbunden ist. Die Anwendung arbeitet ausgehend von einem Hauptnetzteil, wenn sie in der Betriebsbetriebsart ist, aber ist in der Lage, von der Betriebsbetriebsart auf Bereitschaftsbetriebsart und umgekehrt umgeschaltet zu werden. Die Anwendung **1101** weist typischerweise ein Hauptnetzteil **1103** und eine Form einer Steuerung auf. In diesem Fall ist die Steuerungsfunktion unter Benutzung eines Fernbedienungsempfängers **1105** in der Anwendung implementiert, welche externe Steuerungsmittel (z.B. die Fernbedienung) und interne Steuerungsmittel (z.B. automatische Bereitschaft nach einer unbenutzten Zeitdauer) aufweisen kann. Die Anwendung umfasst zudem ein Netzteil **1107** gemäß der Erfindung, um Leistung während der Bereitschaftsbetriebsart zuzuführen, und eine Steuerschaltung **1109**.

[0131] Die Betriebsweise der Anordnung wird nun in allgemeiner Weise beschrieben. Während normalem Betrieb der Anwendung **1101** stellt das Hauptnetzteil **1103** Leistung für den Fernbedienungsempfänger **1105** und für andere Funktionen der Anwendung bereit. Wenn dem Fernbedienungsempfänger **1105** eine Anweisung gegeben wird, das System in die Bereitschaftsbetriebsart zu versetzen, kann das Hauptnetzteil **1103** abgeschaltet werden, und der Fernbedienungsempfänger **1105** kann das Hauptnetzteil **1103** über die Steuerschaltung **1109** ansteuern, sich abzuschalten. Die Zuführung von Leistung für den Fernbedienungsempfänger **1105** während der Bereitschaftsbetriebsart wird dann von dem Bereitschaftsnetzteil **1107** übernommen, so dass der Fernbedienungsempfänger **1105** auf die Anweisung warten kann, das System anzuschalten. Wenn durch den Fernbedienungsempfänger **1105** eine Anweisung gegeben wird, das System anzuschalten, kann das Bereitschaftsnetzteil **1107** zudem die Leistung bereitstellen, das Hauptnetzteil **1103** über die Steuerschaltung **1109** anzuschalten, und der Fernbedienungsempfänger **1105** kann das Hauptnetzteil **1103** über die Steuerschaltung **1109** ansteuern, sich anzuschalten.

[0132] [Fig. 22](#) zeigt die Anordnung von [Fig. 21](#) unter Benutzung des Netzteils von [Fig. 8](#) (d.h. des bereits beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiels) als Bereitschaftsnetzteil **1107**, und die Betriebsweise wird nun genauer beschrieben.

[0133] [Fig. 22](#) zeigt eine Wechselspannungsversorgung, welche mit dem Hauptnetzteil **1103** und dem Bereitschaftsnetzteil **1107** verbunden ist. Das Hauptnetzteil **1103** ist mit einem Ausgang für die Hauptfunktionen der Anwendungen verbunden, wenn sie im Normalbetrieb ist. Das Hauptnetzteil ist zudem mit der Steuerschaltung **1109** verbunden, welche mit dem Ausgangsknoten **206** des Bereitschaftsnetzteils **1107** und mit dem Fernbedienungsempfängers **1105**

verbunden ist, was als Last für das Bereitschaftsnetzteil **1107** wirkt. Das Hauptnetzteil **1103** liefert zudem Leistung für den Mikrokontroller innerhalb der Fernbedienungseinrichtung.

[0134] Wenn das Hauptnetzteil **1103** an ist (d.h. während des Normalbetriebs), wird die dem Fernbedienungsempfänger **1105** am Ausgangsknoten **206** zugeführte Spannung derart festgelegt, dass sie etwas höher als die Durchbruchsspannung der Zenerdiode D7 im Regulator **119** ist. Dies wird bewirken, dass die Basis-Emitterstrecke des Transistors Q3 im Regulator **119** in Vorwärtsrichtung gespannt ist, was bewirkt, dass Transistor Q3 anschaltet. Dies bedeutet, dass Strom über den Widerstand R1 und den Transistor Q3 zu Masse gezogen wird, so dass ein Aufladen des Kondensators C4 verhindert wird. Somit sind der RC-Zeitgeber **107** und folglich der Schalter **111** beide ausgeschaltet. Dies bedeutet, dass während des Normalbetriebs, wenn das Hauptnetzteil **1103** angeschaltet ist, das Bereitschaftsnetzteil **1107** abgeschaltet ist.

[0135] Wenn das Hauptnetzteil **1103** aus ist (d.h. während dem Bereitschaftsbetrieb), wird die Spannung am Ausgangsknoten **206** unter die Durchbruchsspannung der Zenerdiode D7 abfallen. Wenn der Transistor Q3 abgeschaltet wird, wird der RC-Zeitgeber **107** angeschaltet, und der Schalter **111** wird aktiviert, d.h. fortfahren, zweimal während jeder Wechselspannungsperiode in Übereinstimmung mit dem RC-Zeitgeber **107** und der Zeitgeberrücksetzung **109** an- und auszuschalten, um eine gepulste Stromaufnahme durch die Sekundärwicklung bereitzustellen und somit den Kondensator C7 stetig aufzuladen. Dies bedeutet, dass, wenn das Hauptnetzteil **1103** ausgeschaltet ist, das Bereitschaftsnetzteil **1107** angeschaltet wird, um Leistung (Gleichspannung am Ausgangsknoten **206**) für den Fernbedienungsempfänger **1105** während der Bereitschaftsbetriebsart bereitzustellen. Wie bereits erwähnt kann das Bereitschaftsnetzteil **1107** zudem Leistung bereitstellen, um das Hauptnetzteil **1103** über die Steuerschaltung **1109** anzuschalten, wenn eine Anweisung von dem Fernbedienungsempfänger **1105** vorliegt, das System anzuschalten.

[0136] [Fig. 23](#) zeigt das Netzteil der Erfindung in Benutzung in einer zweiten Anwendung. [Fig. 23](#) zeigt das Netzteil innerhalb eines externen Netzteils benutzt. Ein externes Netzteil ist eine Vorrichtung, welche eine Eingabe von der Wechselspannungsversorgung nimmt und eine Stromversorgung, üblicherweise in Form einer Gleichspannung, für seine Last bereitstellt. Ein Beispiel für solch ein externes Netzteil ist ein Telefonladegerät.

[0137] [Fig. 23](#) zeigt ein externes Netzteil **1301** zum Bereitstellen externer Leistung, welches mit einer Wechselspannungsversorgung (z.B. Netzversor-

gung) verbunden ist. Während des Normalbetriebs wird das Hauptnetzteil **1303** die Leistung für die Last an dem Ausgang bereitstellen. Der Sensor **1305**, welcher ein Stromsensor sein kann, schaltet das Hauptnetzteil **1303** an, wenn eine Last vorhanden ist (z.B. wenn ein aufzuladendes Gerät mit dem Ladegerät verbunden ist) und schaltet es ab, wenn die Last entfernt wird. Während der Bereitschaftsbetriebsart wird die Leistung durch das Bereitschaftsnetzteil **1307** bereitgestellt.

[0138] Die Anordnung arbeitet in ähnlicher Weise wie die unter Bezugnahme auf [Fig. 21](#) und [Fig. 22](#) beschriebene Anordnung. Wenn das Hauptnetzteil **1303** angeschaltet ist (d.h. während des Normalbetriebs), ist das Bereitschaftsnetzteil **1307** abgeschaltet. Wenn die Last entfernt ist (d.h. während der Bereitschaftsbetriebsart), schaltet der Sensor das Hauptnetzteil **1303** ab, und das Bereitschaftsnetzteil **1307** wird angeschaltet. Das Bereitschaftsnetzteil **1307** stellt die Leistung für den Sensor **1305** bereit, um das Hauptnetzteil **1303** von der Bereitschaftsbetriebsart zu der Normalbetriebsart umzuschalten, wenn die Last mit dem externen Netzteil **1301** verbunden wird.

[0139] Es ist aus der obigen Beschreibung ersichtlich, dass die Erfindung ein Netzteil mit niedriger Leistungsaufnahme bereitstellt. Das Netzteil kann in vielen Anwendungen benutzt werden, bei welchen niedrige Leistungsaufnahme wichtig ist. einige Beispiele sind als Bereitschaftsnetzteile in elektrischen Geräten (z.B. in Fernsehern, Waschmaschinen, Mikrowellen, Stereoanlagen und anderen Geräten, welche im Normalbetrieb und Bereitschaftsbetrieb betreibbar sind), innerhalb von externen Netzteilen zum Bereitstellen von Leistung, um zu detektieren, ob das elektrische Gerät verbunden ist oder nicht und um das Hauptnetzteil anzuschalten (z.B. innerhalb eines Ladegeräts für Mobiltelefone) oder als alleinige Netzteile für elektrische Geräte, welche niedrige Leistungsaufnahme benötigen, umfassend externe Niedrigleistungsgeräte (z.B. ein Nachtlcht, eingesteckt in eine Wechselstromwandsteckdose, um eine schwache Beleuchtung herzustellen). Andere Beispiele für Anwendungen kann man sich ebenso vorstellen.

[0140] Die Leistungsaufnahme des beschriebenen Netzteils kann sehr niedrig sein und kann sicher so niedrig wie ein paar Milliwatt sein, was wie bereits beschrieben eine typische Leistung ist, welche erforderlich ist, ein Gerät aus der Bereitschaft „aufzuwecken“. Dies steht im Gegensatz zur typischen Leistungsaufnahme unter Benutzung von herkömmlichen Verfahren, welche üblicherweise von mehreren hundert Milliwatt bis mehrere Watt ist. Die tatsächlich zugeführte Leistung kann entsprechend den Anforderungen festgelegt werden, indem die Werte der Schaltungskomponenten verändert werden.

Zusammenfassung

[0141] Ein Netzteil (V1) für ein elektrisches Gerät umfassen einen Transformator (X1) mit einer Primär- und einer Sekundärwicklung. Die Primärwicklung ist mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar, und eine Schaltung auf der Sekundärseite ist ausgestaltet, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen. Das Netzteil umfasst zudem einen Schalter (111 – Transistoren Q1 und Q2) zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung und einen Gleichrichter (Diode D6) zum Gleichrichten der Wechselspannung. Der Schalter ist ausgestaltet, an einen Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung anwächst, sobald sie einen von Null verschiedenen Wert erreicht hat, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, wenn der Schalter (111, Transistoren Q1 und Q2) ausgeschaltet wird. Der Schalter ist weiterhin ausgestaltet, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

Patentansprüche

1. Netzteil für ein elektrisches Gerät, wobei das Netzteil umfasst:

a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer primären Seite und eine Sekundärwicklung auf einer sekundären Seite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen, b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung, und c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung, wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angestiegen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und damit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

2. Netzteil nach Anspruch 1, wobei der Schalter ausgestaltet ist, nahe jeder Spitze der gleichgerichteten Wechselspannung anzuschalten.

3. Netzteil nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Schalterzeitgeber.

4. Netzteil nach Anspruch 3, wobei der Schalter-

zeitgeber mit einer Schaltersteuerung gekoppelt ist.

5. Netzteil nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Strombegrenzer, welcher ausgestaltet ist, die Menge des durch die Primärwicklung fließenden Stroms zu begrenzen.

6. Netzteil nach Anspruch 5, wobei der Strombegrenzer mindestens eine Ladungsspeicherungseinrichtung umfasst.

7. Netzteil nach Anspruch 6, wobei das Netzteil derart ausgestaltet ist, dass Strom aufhört, durch die Primärwicklung zu fließen, sobald die mindestens eine Ladungsspeicherungseinrichtung des Strombegrenzers im Wesentlichen vollständig aufgeladen wurde.

8. Netzteil nach Anspruch 3, wobei der Schalterzeitgeber mit einer Schalterzeitgeberrücksetzung betreibbar ist, wobei die Schalterzeitgeberrücksetzung ausgestaltet ist, den Schalterzeitgeber zurückzusetzen, nachdem der Schalter ausgeschaltet wurde.

9. Netzteil nach Anspruch 1, wobei der Schalter ausgestaltet ist, eine positive Rückkopplung zu benutzen, um ein schnelles Umschalten von Aus auf An zu bewirken.

10. Netzteil nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Spannungsbegrenzer zum Verhindern eines Durchbruchs des Geräts bei hohen Spannungen.

11. Netzteil nach Anspruch 10, wobei der Spannungsbegrenzer eine Ladungsspeicherungseinrichtung umfasst, welche ausgestaltet ist, sich aufzuladen, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst.

12. Netzteil nach Anspruch 1, wobei der Gleichrichter ausgestaltet ist, die Wechselspannung zweigegeleichzurichten.

13. Netzteil nach Anspruch 1, wobei die Schaltung auf der sekundären Seite die Ausgangsspannung für das elektrische Gerät über eine Ladungsspeicherungseinrichtung bereitstellt, welche sich während jeder Wechselspannungsperiode auflädt.

14. Netzteil nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Schaltung zum Verringern der durch das Schalten des Schalters hervorgerufenen elektromagnetischen Emission.

15. Netzteil nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Regulator zum Regulieren der Ausgangsgleichspannung.

16. Netzteil nach Anspruch 1, wobei der Strom durch die Sekundärwicklung fließt, wenn der Schalter

abgeschaltet wird.

17. Elektrisches Gerät umfassend ein Netzteil nach Anspruch 1.

18. Verfahren zum Zuführen von Leistung an ein elektrisches Gerät, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen eines Transformators mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung über einen Schalter verbunden ist,
- b) Bereitstellen eines Gleichrichters zum Gleichrichten der Wechselspannung,
- c) Anschalten des Schalters, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst, sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, um einen Stromfluss durch die Primärwicklung und somit einen Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitzustellen,
- d) Umwandeln des Stromflusses durch die Sekundärwicklung in eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät, und
- e) Ausschalten des Schalters, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei der Schritt c) des Anschaltens des Schalters das Anschalten des Schalters nahe jeder Spitze der gleichgerichteten Wechselspannung umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 18, wobei der durch die Primärwicklung fließende Strom durch einen Strombegrenzer begrenzt ist.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei der Strombegrenzer mindestens eine Ladungsspeicherungseinrichtung umfasst.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei Schritt e) des Ausschaltens des Schalters das Ausschalten des Schalters, sobald die Ladungsspeicherungseinrichtung oder -einrichtungen des Strombegrenzers im Wesentlichen vollständig aufgeladen wurden, umfasst.

23. Verfahren nach Anspruch 18, weiterhin umfassend den Schritt des Aufladens einer Ladungsspeicherungseinrichtung, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum ansteigt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die Ladungsspeicherungseinrichtung einen Teil eines RC-Zeitgebers für den Schalter bildet.

25. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die Ladungsspeicherungseinrichtung als Spannungsbe-

grenzer zum Verhindern eines Durchbruchs des Geräts bei hohen Spannungen wirkt.

26. Verfahren nach Anspruch 18, wobei der Strom durch die Sekundärwicklung fließt, wenn der Schalter ausgeschaltet wird.

27. Elektrisches Gerät verbindbar mit einer Wechselspannungsversorgung und sowohl im Normalbetrieb als auch im Bereitschaftsbetrieb betreibbar, wobei das elektrische Gerät umfasst:

ein Hauptnetzteil zum Bereitstellen von Leistung während des Normalbetriebs, eine Steuerung zum An- und Ausschalten des Hauptnetzteils, und ein Bereitschaftsnetzteil zum Bereitstellen von Leistung während des Bereitschaftsbetriebs für die Steuerung zum Anschalten des Hauptnetzteils, wobei das Bereitschaftsnetzteil umfasst:

- a) einen Transformator umfassend eine Primärwicklung auf einer Primärseite und eine Sekundärwicklung auf einer Sekundärseite, wobei die Primärwicklung mit einer Wechselspannungsversorgung verbindbar ist und eine Schaltung auf der Sekundärseite ausgestaltet ist, eine Ausgangsgleichspannung für das elektrische Gerät bereitzustellen,
- b) einen Schalter zwischen der Primärwicklung des Transformators und der Wechselspannungsversorgung, und
- c) einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung, wobei der Schalter ausgestaltet ist, an einem Punkt anzuschalten, während die gleichgerichtete Wechselspannung von Null auf ein Maximum anwächst und sobald die gleichgerichtete Wechselspannung auf einen von Null verschiedenen Wert angewachsen ist, womit ein Stromfluss durch die Primärwicklung und somit ein Stromfluss durch die Sekundärwicklung bereitgestellt wird, und wobei der Schalter ausgestaltet ist, auszuschalten, bevor die gleichgerichtete Wechselspannung beginnt, wieder anzuwachsen.

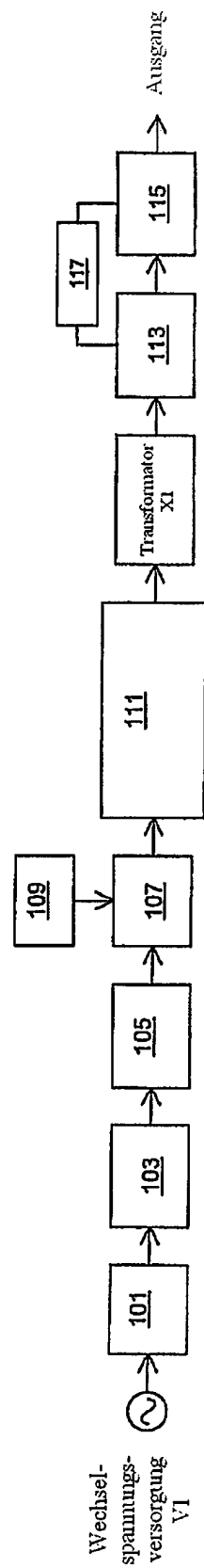
28. Elektrisches Gerät nach Anspruch 27, wobei das Bereitschaftsnetzteil weiterhin einen Strombegrenzer umfasst, welcher ausgestaltet ist, die Menge des durch die Primärwicklung fließenden Stroms zu begrenzen.

29. Elektrisches Gerät nach Anspruch 27, wobei der Strom durch die Sekundärwicklung fließt, wenn der Schalter ausgeschaltet wird.

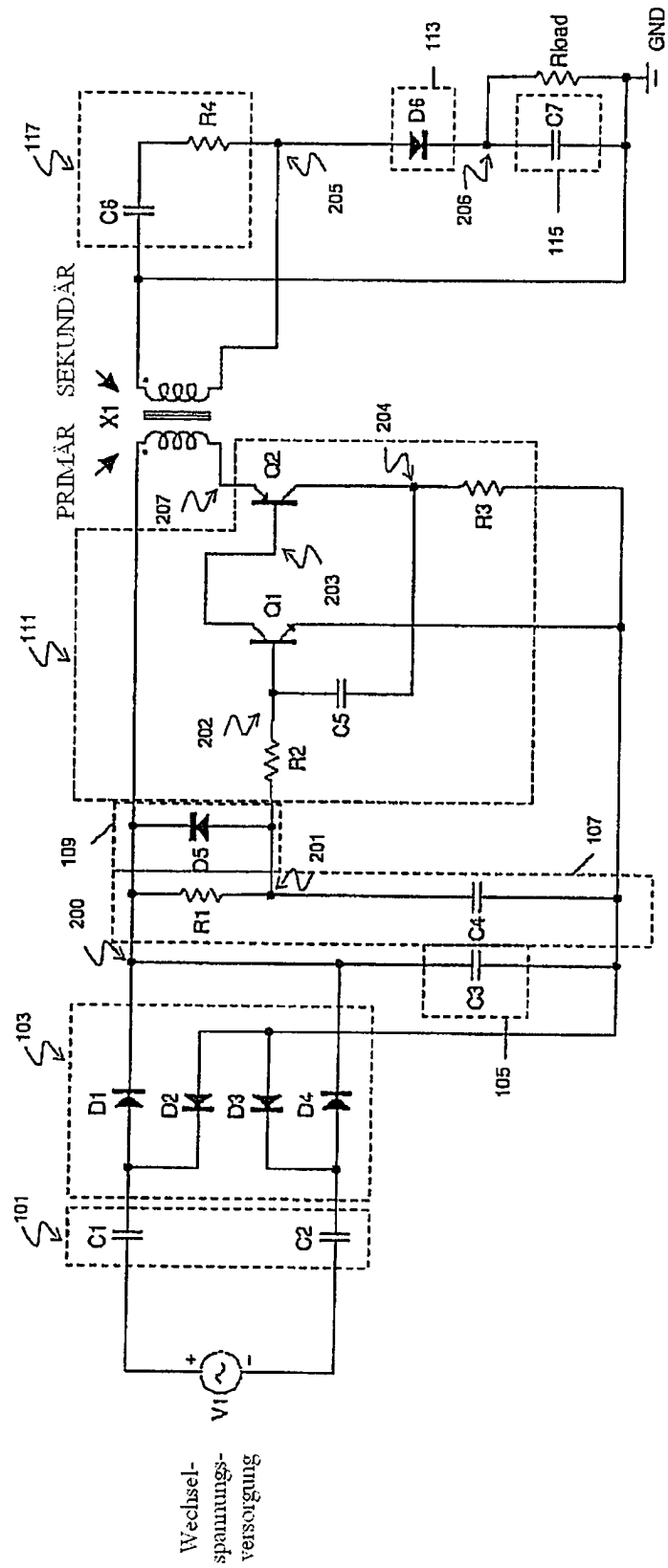
Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

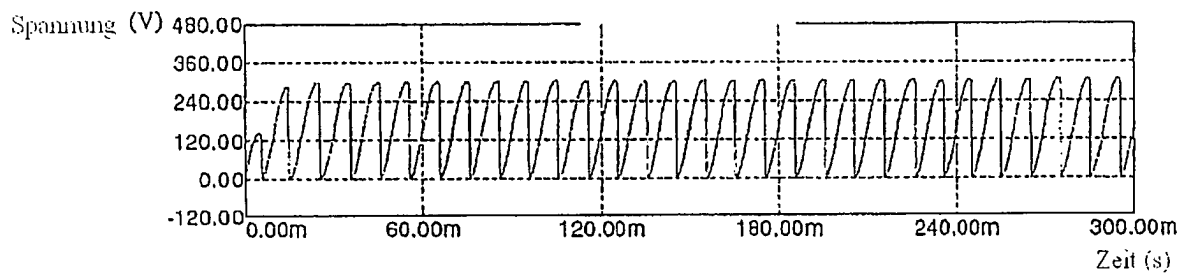
Anhängende Zeichnungen

Figur 1

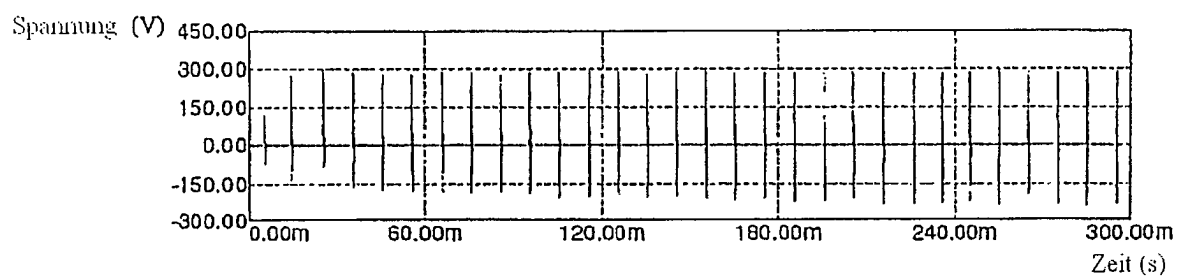


Figur 2

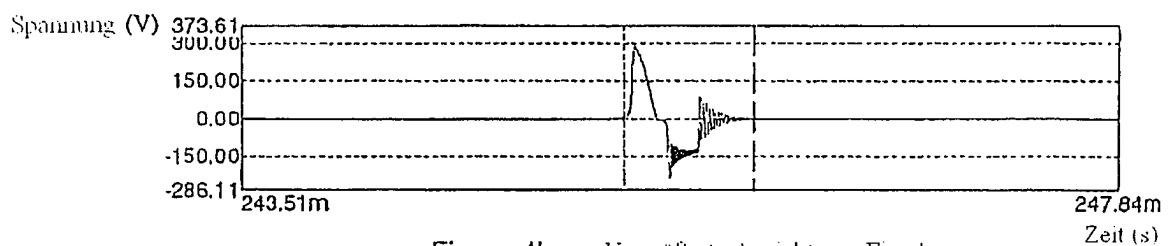




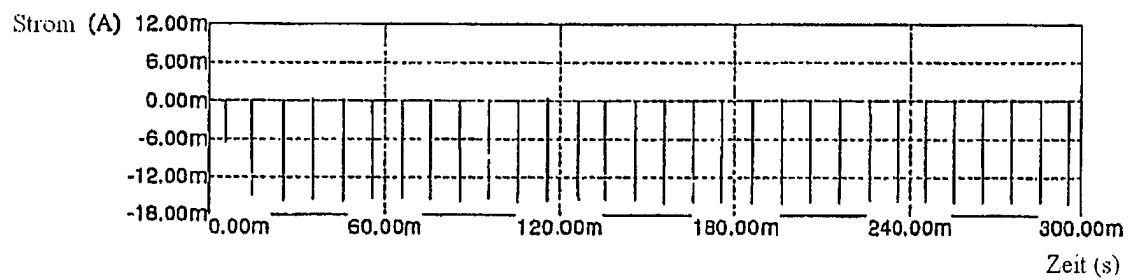
Figur 3: Spannung am Knoten 200



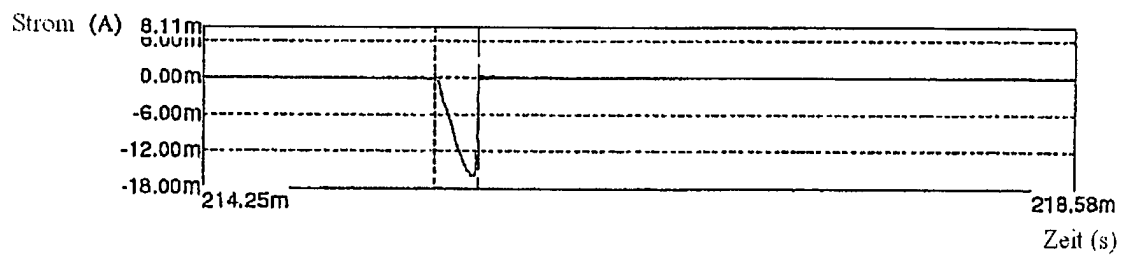
Figur 4a: Spannung über die Primärwicklung



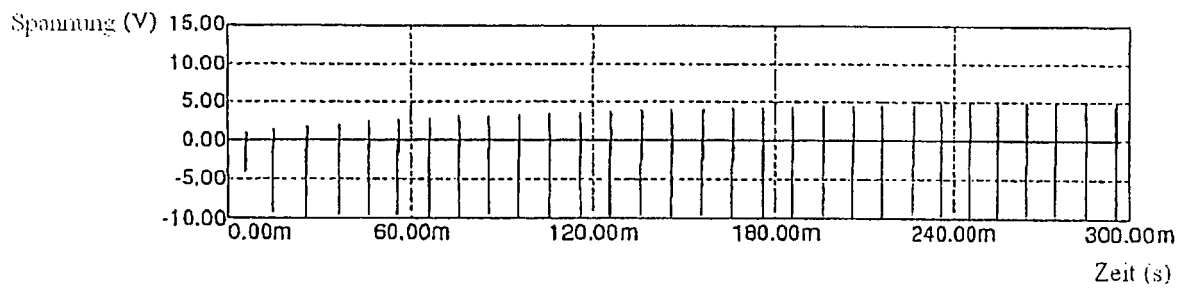
Figur 4b: Vergrößerte Ansicht von Fig. 4a



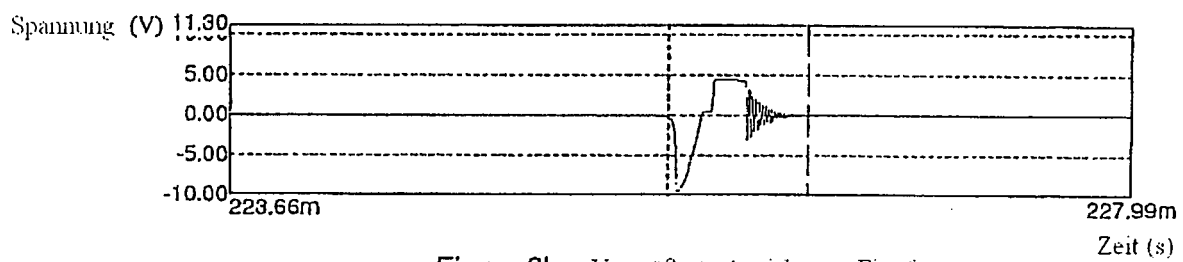
Figur 5a: Strom durch die Primärwicklung



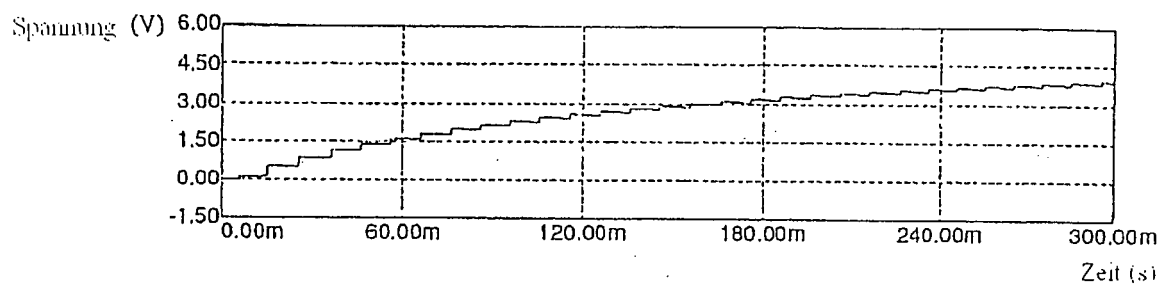
Figur 5b: Vergrößerte Ansicht von Fig. 5a



Figur 6a: Spannung über die Sekundärwicklung

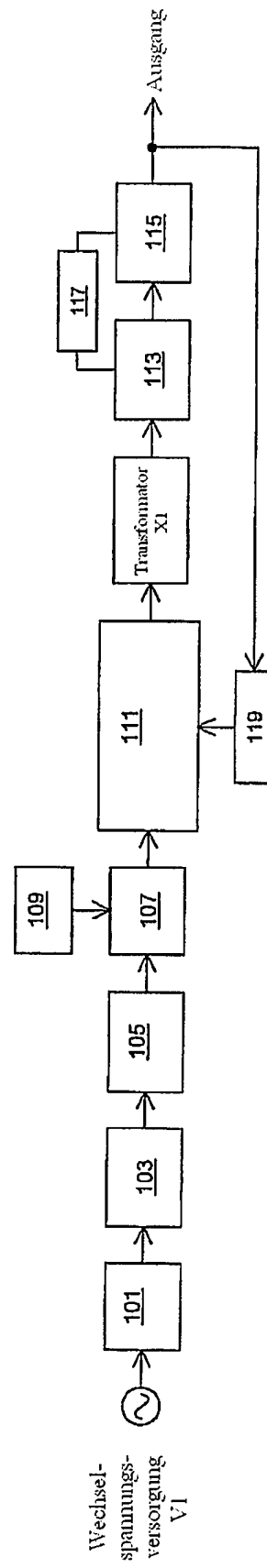


Figur 6b: Vergrößerte Ansicht von Fig. 6a

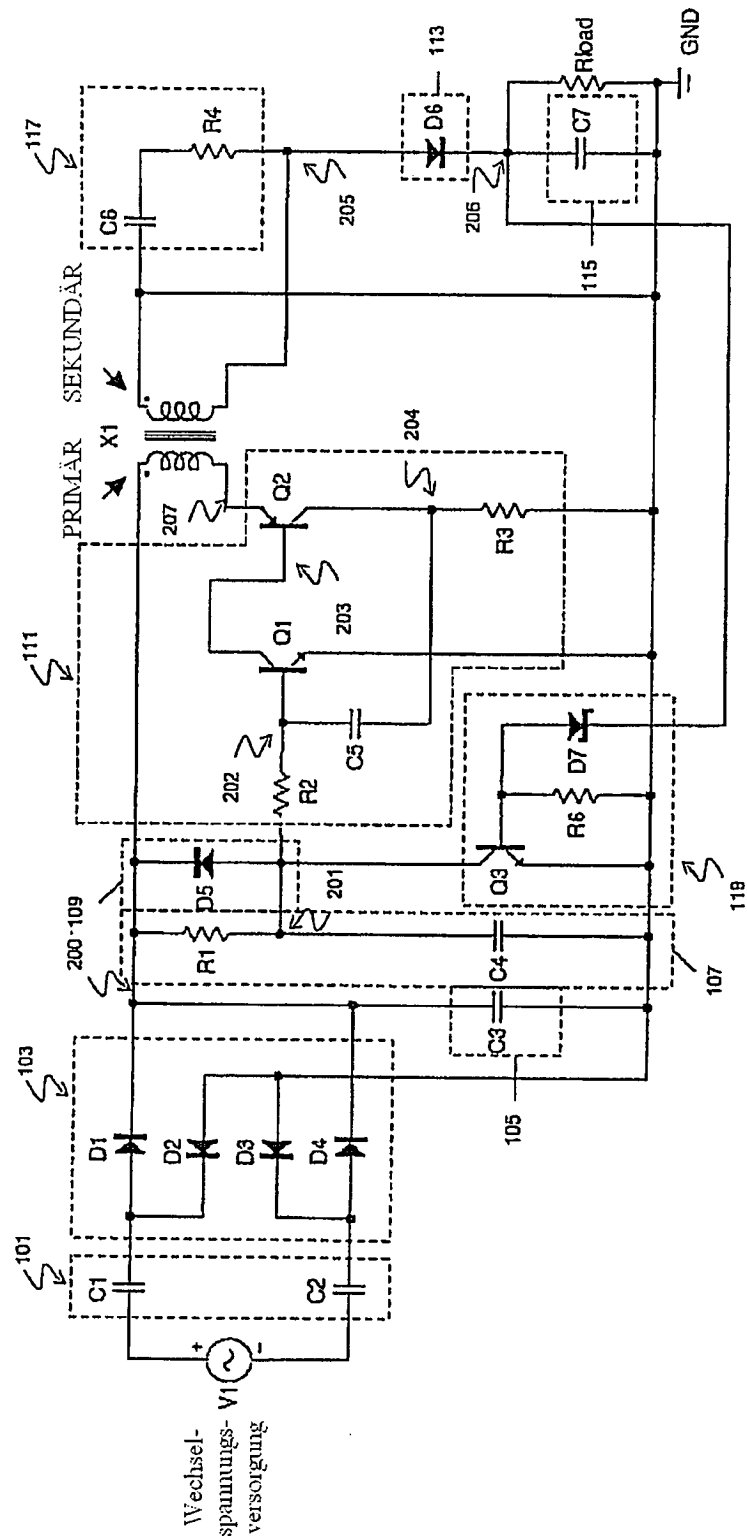


Figur 7: Spannung am Knoten 206

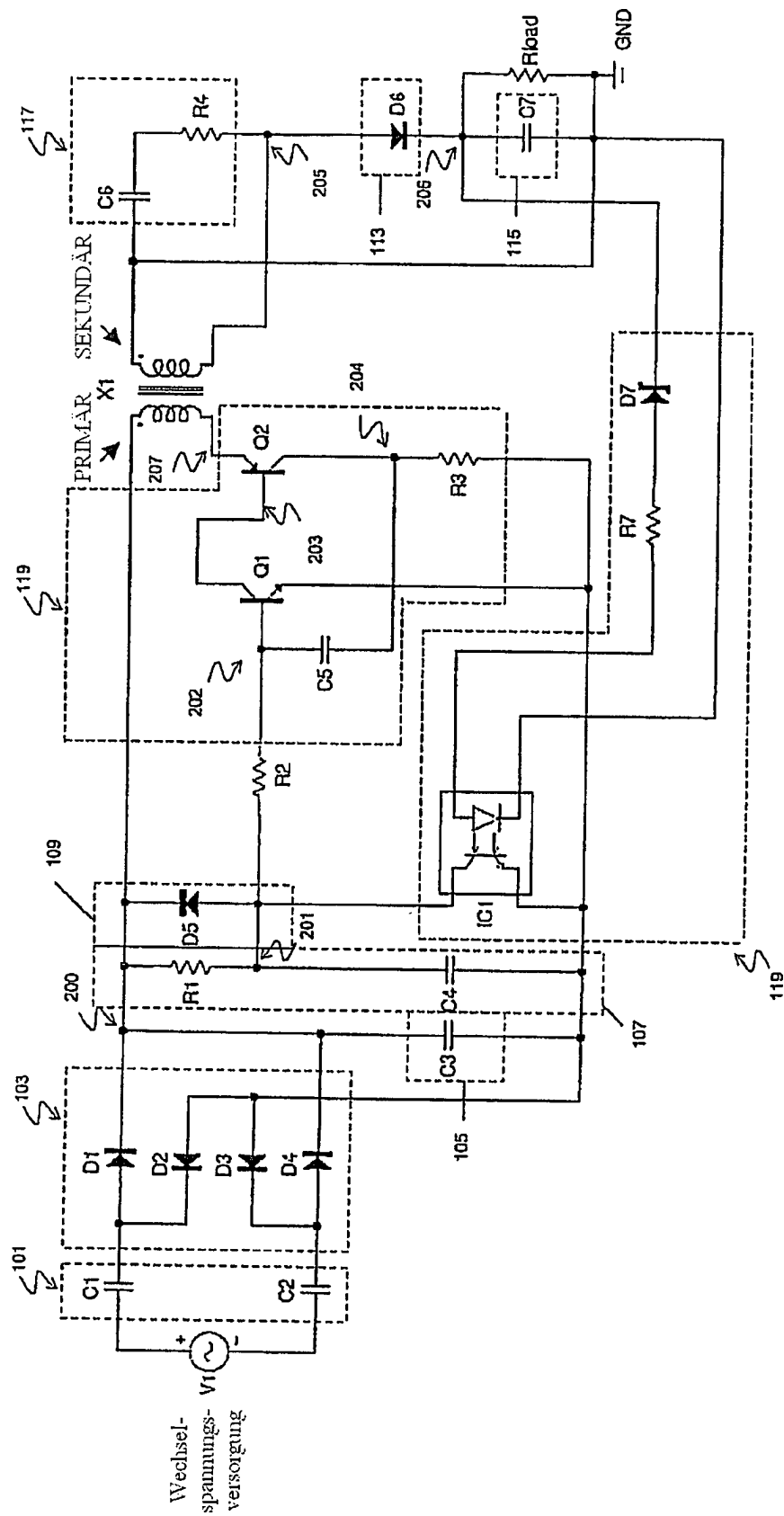
Figur 8



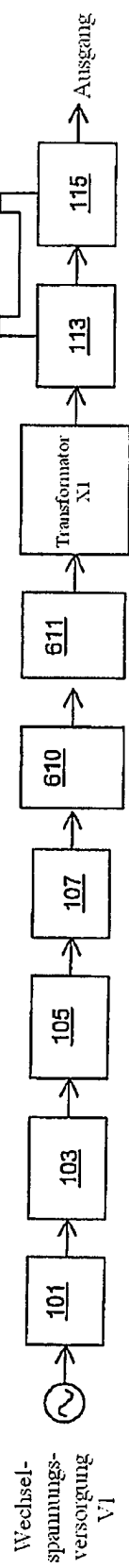
Figur 9



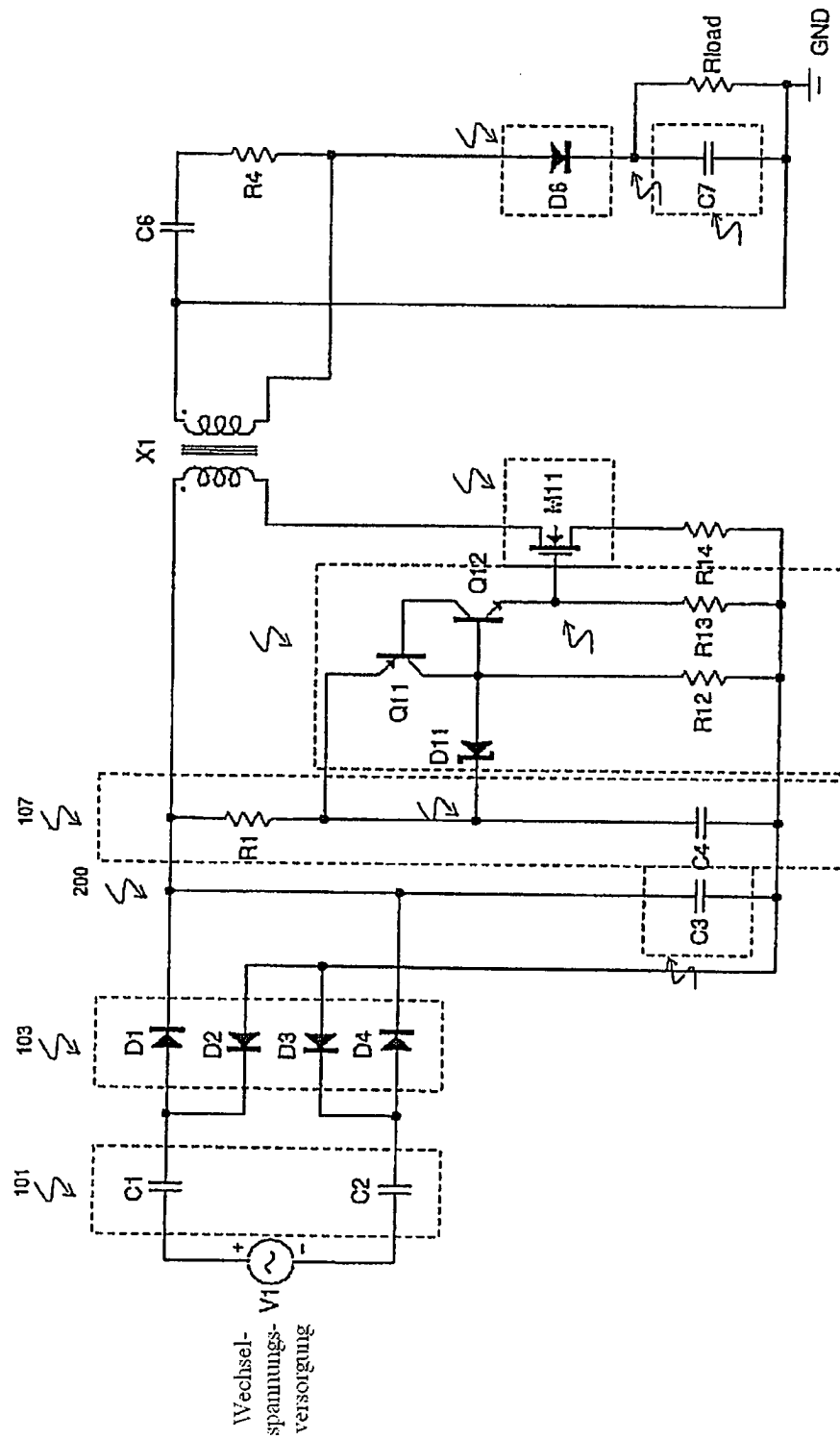
Figur 10



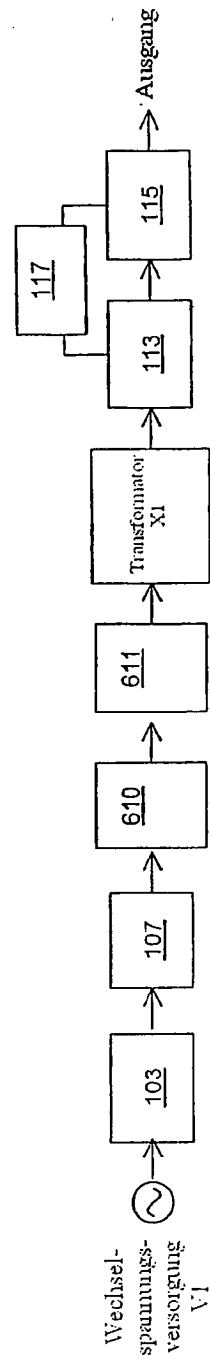
Figur 11



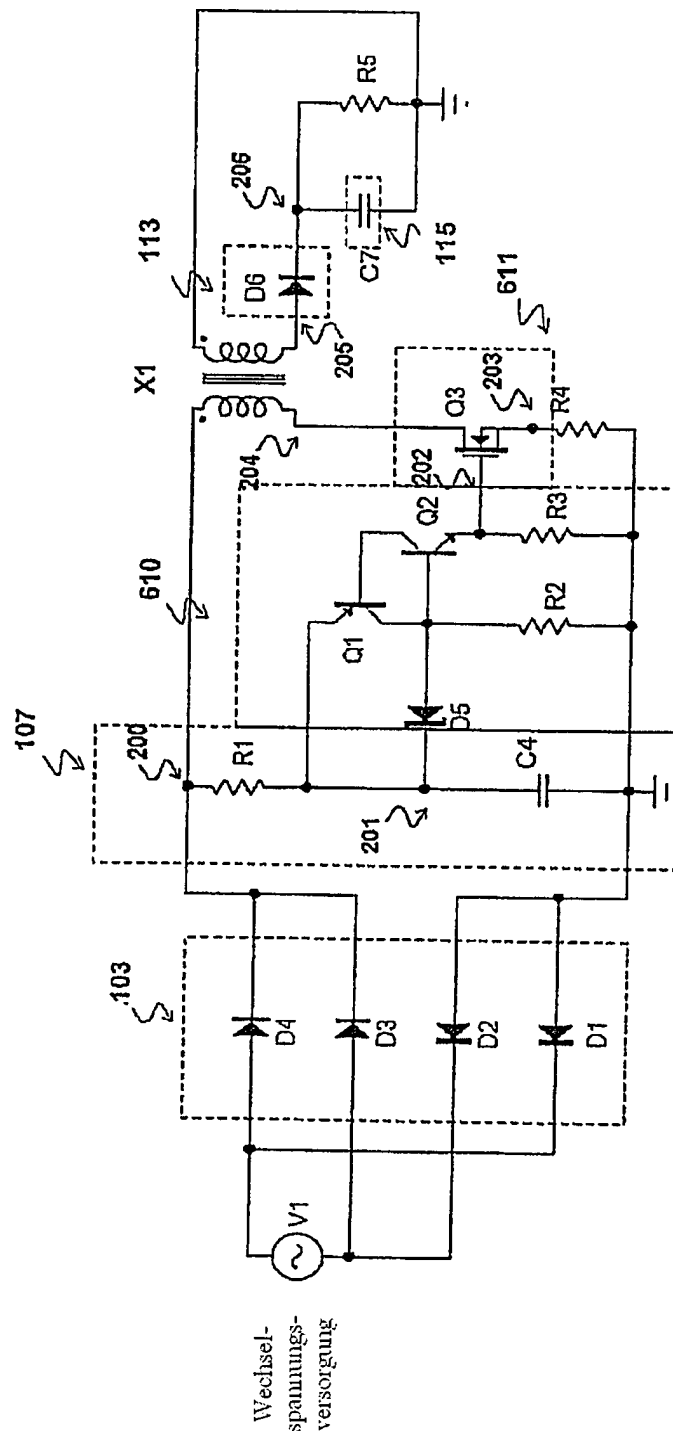
Figur 12

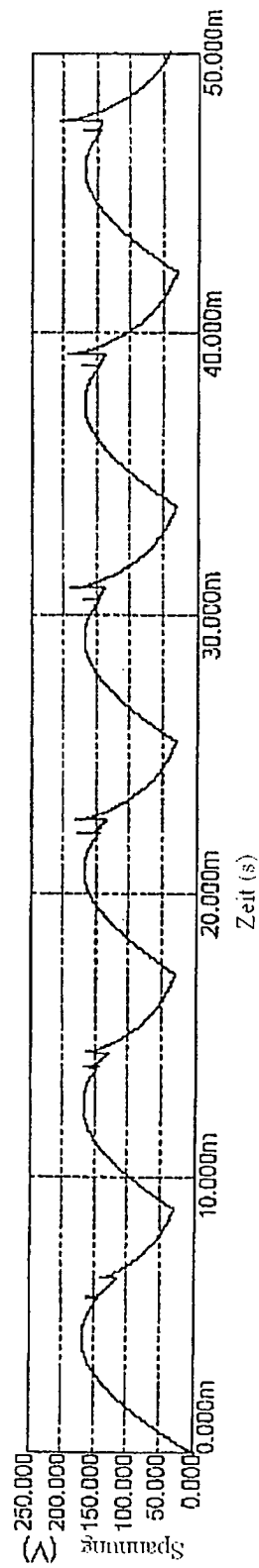


Figur 13

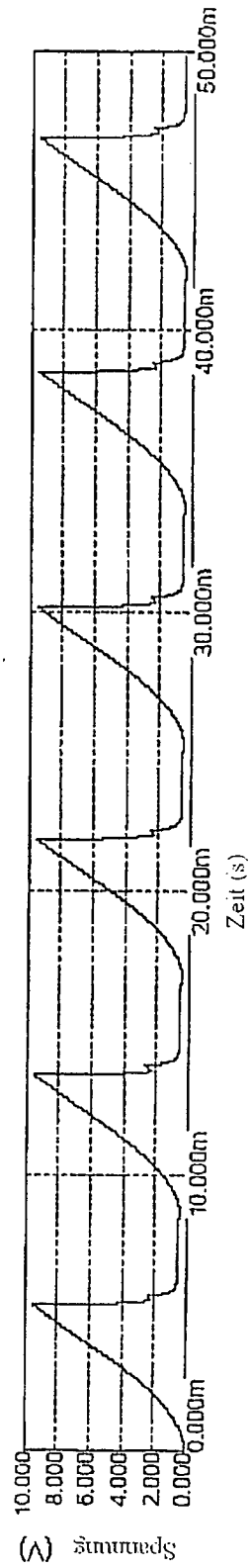


Figur 14

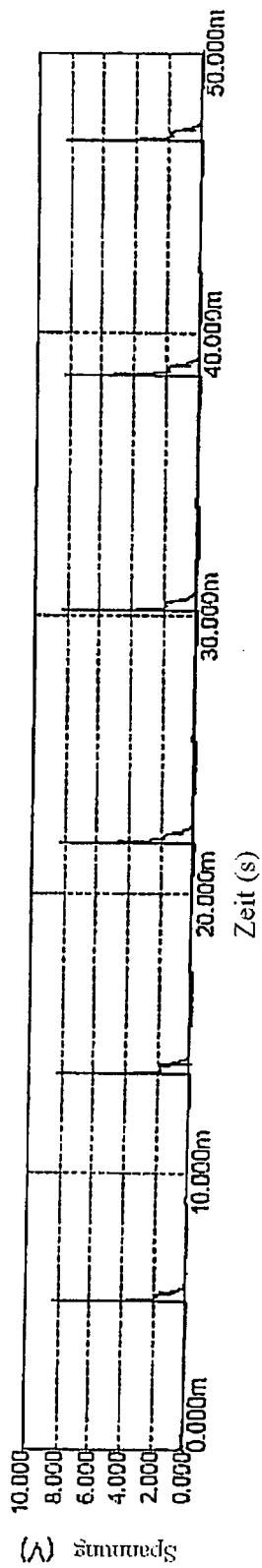




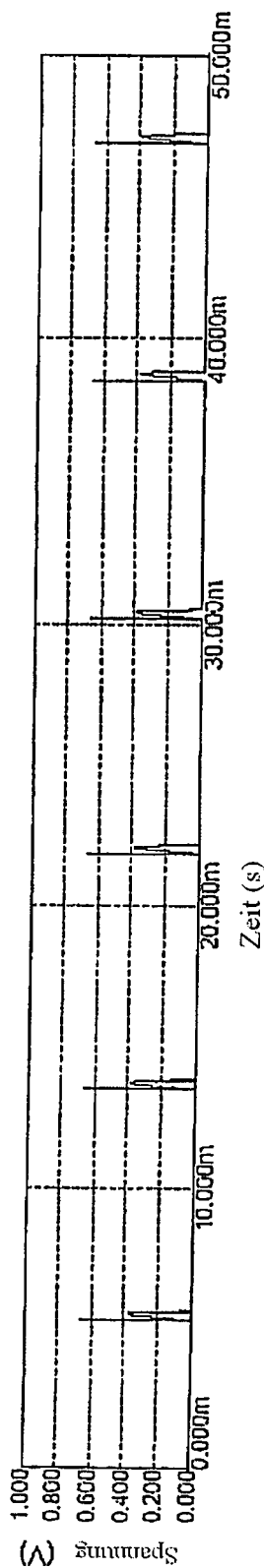
Figur 15: Spannung am Knoten 200



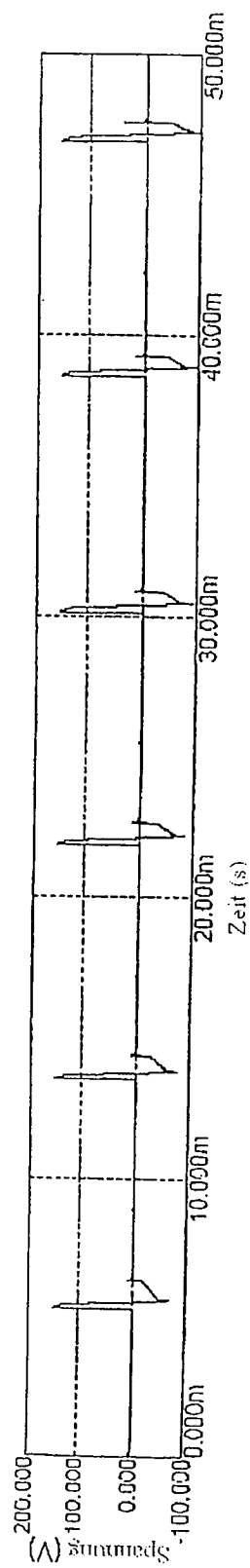
Figur 16: Spannung am Knoten 201



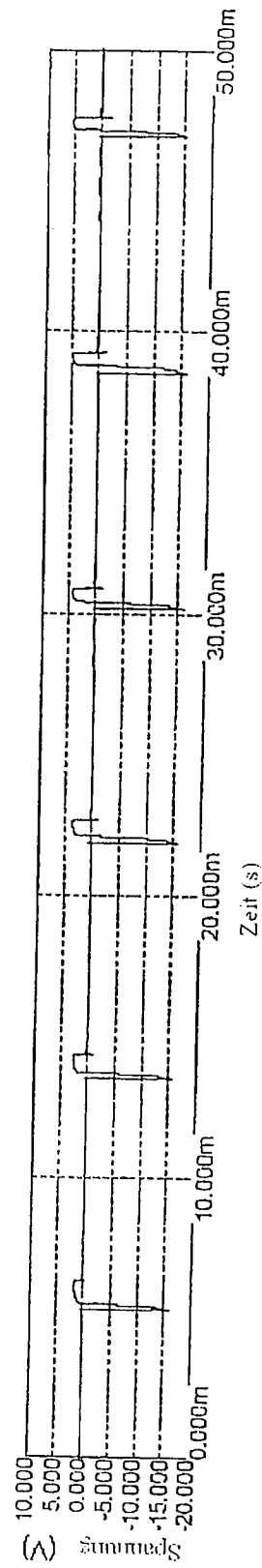
Figur 17: Spannung am Knoten 202



Figur 18: Spannung am Knoten 203

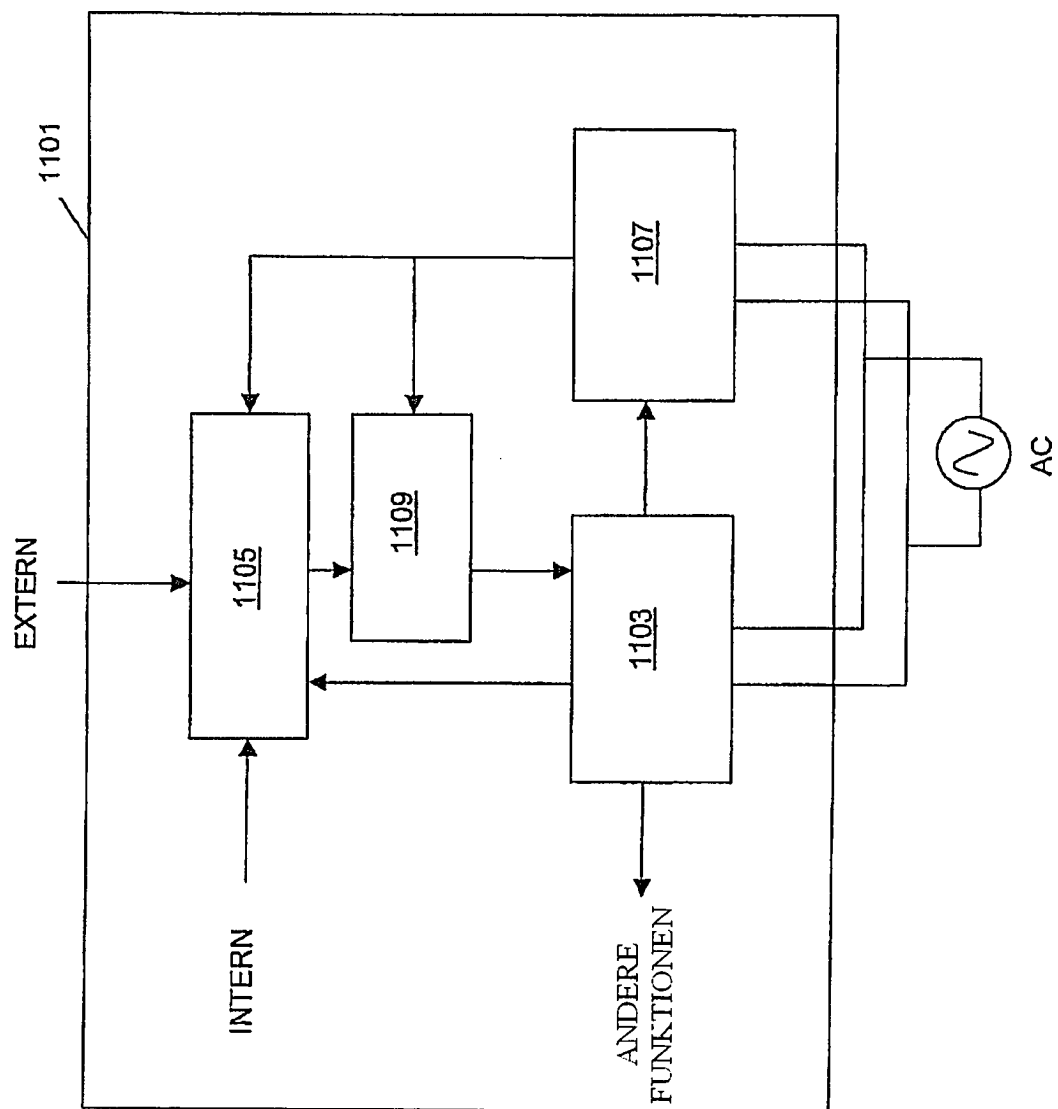


Figur 19: Spannung über die Primärwicklung des Transformators T1



Figur 20: Spannung über die Sekundärwicklung des Transformators T1

Figur 21



Figur 22

