



**Beschreibung**

## HINTERGRUND

## Gebiet der Offenbarung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Schaltungen, die zwischen Eingangs-Anschlüssen eines Leistungssystems vorhandene Kapazität entladen, wenn eine elektrische Energiequelle von den Leistungssystem-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Schaltungen, die EMI-Filter-Kondensatoren entladen, die über den Eingang von Leistungssystemen gekoppelt sind, wenn eine Quelle von Wechselstromspannung von den Leistungssystem-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist.

## Stand der Technik

**[0002]** Leistungssysteme können für eine Vielzahl von Zwecken und Anwendungen verwendet werden. Beispielleistungssysteme beinhalten Leistungswandler, in denen die Eingangs- und Ausgangsleistung elektrisch ist, wie Leistungsversorgungen. Andere Beispielleistungssysteme beinhalten Leistungswandler, in denen die Eingangsleistung elektrisch ist und die Ausgangsleistung vor allem mechanisch ist, wie Motorsteuerungssysteme. Leistungswandler sind in der Regel an eine Quelle elektrischer Energie gekoppelt, die eine Spannung über die Eingangs-Anschlüsse des Leistungswandlers anwendet. Diese Quelle elektrischer Energie kann eine Gleichstrom- oder Wechselstromquelle sein. Eine Kategorie von Leistungswandlern sind getaktete Leistungswandler.

**[0003]** Getaktete Leistungswandler erzeugen während ihres Betriebs elektromagnetische Interferenz (EMI). Getaktete Leistungswandler beinhalten deshalb EMI-Filter, die ausgelegt sind, um das Ausmaß von EMI, die an die Quelle elektrischer Energie gekoppelt ist, auf akzeptable Pegel zu reduzieren. Viele EMI-Filter beinhalten Kondensatoren, die über die Eingangs-Anschlüsse des Leistungswandlers gekoppelt sind. In Fällen, in denen die elektrische Energiequelle eine Wechselstromquelle ist, können diese Kondensatoren sicherheitsbewertete Kondensatoren wie X-Kondensatoren sein, die bewertet sind, um eine direkte Verbindung über eine elektrische Wechselstrom-Energiequelle vor einer beliebigen Eingangssicherung des Leistungswandlers zu ermöglichen. Das robuste Wesen dieser X-Kondensatoren ermöglicht, dass sie ungeachtet der Position der Eingangssicherung des Leistungswandlers direkt über die Wechselstromleitung verwendet werden.

**[0004]** Wenn die Quelle elektrischer Energie getrennt ist, kann der X-Kondensator bei einer hohen Spannung aufgeladen bleiben. Falls der Wert des X-Kondensators groß genug ist, kann die auf die-

sem Kondensator gespeicherte Energie ein Sicherheitsrisiko für jeden bedeuten, der die Eingangs-Anschlüsse des Leistungswandlers berührt, nachdem die Quelle elektrischer Energie getrennt worden ist. Internationale Sicherheitsstandards schreiben deshalb in der Regel vor, dass, falls die gesamte EMI-Filter-Kapazität über einem Schwellwert (in der Regel 0,1  $\mu\text{F}$ ) liegt, die Spannung über die Eingangs-Anschlüsse der Leistungsversorgung auf einen sicheren Wert innerhalb einer spezifischen Zeitspanne reduziert werden muss. In der Regel wird dieses Erfordernis durch permanentes Verbinden eines oder mehrerer Widerstände über die X-Kondensator-Anschlüsse erfüllt. Internationale Sicherheitsstandards wie zum Beispiel EN60950-1 schreiben vor, dass die Zeitkonstante der X-Kondensator-Kapazität und des gesamten Widerstands, der über den X-Kondensator gekoppelt ist, weniger als oder gleich 1 Sekunde ist.

**[0005]** Bestehende Widerstandsentladeschaltungen des oben beschriebenen Typs sind kostengünstig und robust, haben aber im Widerstand ständig eine Verlustleistung, wenn die Quelle elektrischer Energie mit den Eingangs-Anschlüssen des Leistungssystems verbunden ist.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0006]** Es werden nicht begrenzende und nicht ausschließliche Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug zu den folgenden Figuren beschrieben, wobei sich gleiche Bezugszeichen in allen der verschiedenen Ansichten auf gleiche Teile beziehen, sofern nicht anders angegeben.

**[0007]** [Fig. 1](#) ist ein Schema, das allgemein einen Beispielleistungswandler, der eine Entladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen nutzt, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

**[0008]** [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel für ein Blockdiagramm einer Entladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

**[0009]** [Fig. 3](#) zeigt Wellenformen, die mit einer Beispielenladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen assoziiert sind, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0010] **Fig. 4** zeigt weitere Wellenformen, die mit einer Beispielentladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen assoziiert sind, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0011] **Fig. 5** ist ein Schema, das ein Beispiel für eine Entladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0012] **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm, das ein Beispielverfahren für ein Gerät zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0013] **Fig. 7** ist ein Beispielschaltungsschema einer Leistungswandlerschaltung, die eine Steuerschaltung nutzt, die gekoppelt ist, um einen Schalter in einem ersten Betriebsmodus, wenn eine Quelle elektrischer Energie an die Leistungswandler-Eingang-Anschlüsse gekoppelt ist, und einem zweiten Betriebsmodus, wenn die Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen abgekoppelt ist, zu betreiben, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0014] **Fig. 8** ist ein anderes Beispielschaltungsschema einer Leistungswandlerschaltung, die eine Steuerschaltung nutzt, die gekoppelt ist, um einen Schalter in einem ersten Betriebsmodus, wenn eine Quelle elektrischer Energie an die Leistungswandler-Eingang-Anschlüsse gekoppelt ist, und einem zweiten Betriebsmodus, wenn die Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen abgekoppelt ist, zu betreiben, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0015] **Fig. 9** ist ein Flussdiagramm, das ein Beispielverfahren für ein Gerät zum Steuern einer Steuereinheit und eines Schalters, die in einem Leistungswandler verwendet werden, so dass während eines ersten Betriebszustands Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers übertragen wird, und wobei der Schalter während eines zweiten Betriebszustands Strom führt, ohne Energie von einem Eingang an einen Ausgang zu übertragen, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0016] **Fig. 10** ist ein Schema, das einen Beispielleistungswandler, der eine mit einer Leistungs-

wandler-Steuerschaltung integrierte Entladeschaltung nutzt, um eine Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen zu entladen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0017] **Fig. 11** ist ein Schema einer Beispielentladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

[0018] **Fig. 12** ist ein Schema, das ein Beispielmotorsteuerungsleistungswandlersystem, das eine Entladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen nutzt, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0019] **Fig. 13** zeigt eine schematische Darstellung einer anderen Beispielentladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingang-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0020] Es werden Geräte zum Implementieren einer Entladeschaltung zum Entladen einer zwischen Eingangs-Anschlüssen eines Leistungssystems bestehenden Kapazität, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungssystems abgekoppelt ist, beschrieben. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details dargelegt, um ein eingehendes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu gewährleisten. Es ist jedoch für den Durchschnittsfachmann ersichtlich, dass das spezifische Detail nicht zur praktischen Umsetzung der vorliegenden Erfindung genutzt werden muss. In anderen Fällen wurden bekannte Materialien oder Geräte nicht detailliert beschrieben, um die Verständlichkeit der vorliegenden Erfindung nicht zu beeinträchtigen.

[0021] Eine Bezugnahme überall in dieser Beschreibung auf „eine Ausführungsform“ oder „ein Beispiel“ bedeutet, dass ein jeweiliges Merkmal, eine jeweilige Struktur oder eine jeweilige Eigenschaft, das oder die in Verbindung mit der Ausführungsform oder dem Beispiel beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet ist. Somit beziehen sich Vorkommnisse der Wortverbindungen „in einer Ausführungsform“ oder „ein Bei-

spiel" an verschiedenen Stellen überall in dieser Beschreibung nicht zwangsläufig alle auf dieselbe Ausführungsform oder dasselbe Beispiel. Des Weiteren können die jeweiligen Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften in einer oder mehreren Ausführungsformen oder einem oder mehreren Beispielen in beliebigen geeigneten Kombinationen und/oder Unterkombinationen kombiniert werden. Jeweilige Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften können in einer integrierten Schaltung, einer elektronischen Schaltung, einer kombinatorischen Logikschaltung oder anderen geeigneten Komponenten, welche die beschriebene Funktionalität bereitstellen, beinhaltet sein. Zusätzlich ist ersichtlich, dass die hiermit bereitgestellten Figuren dem Durchschnittsfachmann zu Erklärungszwecken dienen und dass die Zeichnungen nicht zwangsläufig maßstabgerecht gezeichnet sind.

**[0022]** Die typische Technik, die verwendet wird, um die EMI-Filter-Kondensatoren (oft Sicherheitskondensatoren der Kategorie X) zu entladen, die über die Eingangs-Anschlüsse von vielen Leistungssystemen wie getakteten Leistungsversorgungen oder Schaltermotorsteuerungssystemen vorkommen, ist, über die Eingangs-Anschlüsse des Leistungssystems gekoppelte Widerstände zu platzieren. Diese Widerstände werden in einer Position zum Bereitstellen eines Entladungsstromwegs für jegliche Energie gekoppelt, die weiter in den EMI-Filter-Kondensatoren gespeichert ist, nachdem eine elektrische Energie- oder elektrische Leistungsquelle von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt worden ist. In einem Beispiel ist die elektrische Energiequelle eine Netz-Wechselstrom-Spannungsquelle, die einen Effektivspannungspegel im Bereich von 85 bis 264 Vac aufweist.

**[0023]** Jedoch haben aufkommende Energieeffizienzstandards einen Bedarf an einer Lösung geschaffen, die den Leistungsverlust in diesen Entladewiderständen im Wesentlichen eliminiert, während die elektrische Energiequelle immer noch mit den Leistungssystem-Eingangs-Anschlüssen verbunden ist. Beispiele gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung stellen eine solche Lösung bereit, die den Verlust in den Entladewiderständen nahezu eliminiert, während sie ein Entladen der EMI-Filter-Kondensatoren nach Bedarf ermöglicht, wenn die Quelle elektrischer Energie von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungssystems getrennt ist.

**[0024]** Verschiedene Ausführungsformen gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung werden vor allem beispielhaft unter Verwendung getakteter Leistungswandler und von Motorsteuerungssystemen beschrieben. Jedoch ist ersichtlich, dass im Allgemeinen alle Lehren gemäß den unten erörterten Lehren der vorliegenden Erfindung auf jedes an eine Quelle elektrischer Energie gekoppelte System angewendet werden können, in dem die zwischen Ein-

gangs-Anschlüssen der Schaltung gekoppelte Kapazität ein Risiko eines elektrischen Schlags bedeutet, falls sie weiter aufgeladen ist, wenn die Quelle elektrischer Energie vom Eingang zum System abgekoppelt ist.

**[0025]** Zur Veranschaulichung zeigt **Fig. 1** allgemein ein Schema eines Beispieleistungswandlers **100** gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung. Eine Quelle elektrischer Energie **160** stellt eine Eingangsspannung **121** bereit und ist an Eingangs-Anschlüsse **120** und **140** gekoppelt. Wie gezeigt, beinhaltet der Leistungswandler **100** eine Entladeschaltung **104**, die unten detaillierter erörtert wird. Der Leistungswandler **100** beinhaltet im veranschaulichten Beispiel auch zwei Leistungswandlungsstufen. Die erste ist eine Stufe der Leistungsfaktorkorrektur (Power Factor Correction, PFC) **111** und die zweite ist eine Gleichspannungswandlungsphase **112**. Im Beispiel beinhaltet die Gleichspannungsstufe **112** einen Hauptausgang **118** und einen Standby-Ausgang **119**, was typisch für viele Leistungswandler in zum Beispiel Personalcomputern, Fernsehern und dergleichen ist. In einem Beispiel ist eine Baugruppe **114** einer integrierten Schaltung eine Block-Baugruppe einer integrierten Schaltung, die eine Steuereinheit **113** und Schalter **115**, **116** und **117** beinhaltet, die an den Hauptausgang **118** und einen Standby-Ausgang gekoppelt sind, wie gezeigt. In einem anderen Beispiel ist ersichtlich, dass eine Steuereinheit **113** und Schalter **115**, **116** und **117** in einer einzigen monolithisch integrierten Schaltung beinhaltet sein können. Die Steuereinheit **113** betreibt die Schalter **115** und **116**, um einen Energiefluss an einen Hauptausgang **118** zu regeln, und die Steuereinheit **113** betreibt den Schalter **117**, um einen Energiefluss an einen Standby-Ausgang **119** zu regeln. Ähnlich sind in dem Beispiel eine Steuereinheit **109** und ein Schalter **110** in einer Baugruppe **108** einer integrierten Schaltung beinhaltet. Die Steuereinheit **109** betreibt den Schalter **110**, um einen Fluss von Energie an den Ausgang der PFC-Wandlungsstufe **111** zu regeln, welche den Eingang zur Gleichspannungswandlungsstufe **112** bereitstellt.

**[0026]** Im Beispiel von **Fig. 1** ist die Entladeschaltung **104** über den Kondensator **102** gekoppelt, der in einem Beispiel einen oder mehrere X-Kondensatoren beinhaltet. In dem Beispiel ist die Leistungswandler-Eingangssicherung **105** zwischen dem Kondensator **102** und den anderen EMI-Filter-Komponenten **106** gekoppelt, die zum Beispiel eine oder mehrere übliche Modenfilterdrosseln, einen oder mehrere übliche Induktoren, einen oder mehrere übliche Y-Kondensatoren und sogar zusätzliche X-Kondensatoren beinhalten könnten. In dem Beispiel beinhaltet die Entladeschaltung **104** eine Steuerschaltung **128** und einen Schalter **130**. In einem Beispiel sind eine Steuerschaltung **128** und ein Schalter **130** in einer integrierten Schaltung beinhaltet. In einem Beispiel ist ein Schalter **130** ein Wechselstromschalter, der zwei

n-Kanal-MOSFETs **122** und **123** beinhaltet, wie gezeigt. Es ist ersichtlich, dass in anderen Ausführungsformen andere Wechselstromschalter, die aus zum Beispiel bipolaren Transistoren, Thyristoren, Trioden für Wechselstrom (Triacs), Dioden für Wechselströme (Diacs) oder p-Kanal-MOSFETs konstruiert sind, genutzt werden könnten, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird.

**[0027]** In dem Beispiel ist ein Drain-Anschluss **125** eines ersten MOSFETs **122** durch einen Widerstand **101** an einen ersten Eingangs-Anschluss **120** des Leistungswandlers **100** gekoppelt. Ein Drain-Anschluss **126** eines zweiten MOSFETs **123** ist durch einen Widerstand **103** an einen zweiten Eingangs-Anschluss **140** des Leistungswandlers **100** gekoppelt, wobei die Quellen-Anschlüsse von MOSFETs **122** und **123** zusammengekoppelt sind. In einem Beispiel erfasst eine Steuereinheit **128**, dass die elektrische Energiequelle **160** durch zum Beispiel Verbindungen **141** und **142** mit Eingangs-Anschlüssen **120** und **140** eines Leistungswandlers **100** verbunden ist. In einem Beispiel erfasst eine Steuerschaltung **128**, dass sich die Spannung zwischen den Verbindungen **141** und **142** innerhalb einer maximalen Zeitspanne umkehrt, um zu bestimmen, dass die elektrische Energiequelle **160** immer noch mit dem Eingang des Leistungswandlers **100** verbunden ist. In einem Beispiel ist die maximale Zeitspanne ungefähr 20 Millisekunden.

**[0028]** Im veranschaulichten Beispiel betreibt die Steuerschaltung **128** den Schalter **130**, damit er eine hohe durchschnittliche Impedanz aufweist, wenn die elektrische Energiequelle **160** über die Eingangsanschlüsse **120** und **140** gekoppelt ist. Falls sich die Spannung zwischen den Verbindungen **141** und **142** innerhalb einer maximalen Zeitspanne nicht umkehrt, wird angenommen, dass die elektrische Energiequelle **160** nicht mehr mit dem Eingang des Leistungswandlers **100** verbunden ist. In diesem Zustand ist die Steuerschaltung **128** in einem Beispiel gekoppelt, um den Schalter **130** so zu betreiben, dass Kapazität **102** in weniger als einer maximalen Zeitspanne auf unter eine Schwellspannung entladen wird. In einem Beispiel ist die Schwellspannung ein Pegel einer Sicherheits-Kleinspannung (Safety Extra Low Voltage, SELV). In einem Beispiel, wenn eine Steuereinheit **130** detektiert, dass die elektrische Energiequelle **160** von Eingangs-Anschlüssen **120** und **140** getrennt ist, betreibt die Steuereinheit **128** den Schalter **130** in einen Ein-Status, so dass Strom durch Widerstände **101** und **103**, einen Schalter **130** und einen Kondensator **102** fließt. In einem Beispiel sind die Werte von Widerständen **101** und **103** so ausgewählt, dass, wenn ein Schalter **130** in einem Ein-Status ist, die Zeitkonstante des Kondensators **102** und eines kombinierten Widerstands des Schalters **130** und der Widerstände **101** und **103** weniger als 1 Sekunde beträgt.

**[0029]** Im Beispiel von [Fig. 1](#) stellen Hochspannungswiderstände **101** und **103** Überspannungsschutz für die Entladeschaltung **104** bereit, da jeder Widerstand einen Wert in der Regel im Bereich von 100 kOhm bis 800 kOhm aufweist. In einigen Ausführungsformen sind diese Widerstände sicherheitszertifiziert, um eine Verbindung zwischen den Eingangs-Anschlüssen **120** und **140** vor der Eingangssicherung **105** zu ermöglichen. In einem Beispiel können Widerstände **101** und **103** auch einen gewissen Schutz für die Entladeschaltung **104** für den Fall bereitstellen, dass die Entladeschaltung **104** ausfällt. Ein Ausfall in der Entladeschaltung **104** kann etwa zu einem Kurzschluss führen, so dass die Impedanz zwischen den Anschlüssen **125** und **126** im Wesentlichen null ist. Da jedoch die Widerstände **101** und **103** so bewertet sein können, dass sie Zuständen einer kontinuierlichen Hochspannung standhalten, ist dieser Ausfall einer Entladeschaltung **104** für das Leistungssystem **100** sicher. Aus diesem Grund muss, falls Widerstände **101** und **103** sicherheitszertifiziert sind, die Entladeschaltung **104** selbst nicht sicherheitszertifiziert sein, da sie infolge des Vorhandenseins von Widerständen **101** und **103** inhärent geschützt ist.

**[0030]** [Fig. 2](#) zeigt ein detaillierteres Blockdiagramm einer Beispielentladeschaltung **204**, die in einem Beispiel die Entladeschaltung **104** in [Fig. 1](#) sein könnte. Zur Klarheit der Beschreibung unten beinhaltet [Fig. 2](#) bestimmte externe Elemente wie eine elektrische Energiequelle **260**, eine Eingangsspannung **221**, Eingangs-Anschlüsse **220** und **240**, Widerstände **201** und **203** und eine Kapazität **202**, die in einem Beispiel ähnlich der elektrischen Energiequelle **160**, der Eingangsspannung **121**, den Eingangs-Anschlüssen **120** und **140**, den Widerständen **101** und **103** bzw. der Kapazität **102** von [Fig. 1](#) sein könnten.

**[0031]** Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, beinhaltet eine Entladeschaltung **204** eine Steuerschaltung **228** und einen Schalter **230**. In dem Beispiel ist der Schalter **230** ein Wechselstromschalter, der zwei n-Kanal-MOSFETs **222** und **223** beinhaltet, wobei ihre betreffenden Drains an Anschlüsse **225** und **226** gekoppelt und Quellen am Knoten **270** als interner Erd- oder Nullspannungs-Bezugsknoten der Entladeschaltung **204** zusammengekoppelt sind. Es ist ersichtlich, dass die MOSFETs **222** und **223** in anderen Beispielen auch mit einer anderen Ansteuerschaltung konfigurierte Verarmungs-MOSFETs gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung sein könnten. Es wird angemerkt, dass die Entladeschaltung im Beispiel nur zwei Anschlüsse **225** und **226** aufweist, die an einen externen Schaltungskomplex gekoppelt sind. Im Beispiel ist die Betriebsleistung für die Entladeschaltung **204** von Hochspannungsstromquellen **224** und **229** abgeleitet. Es ist ersichtlich, dass Hochspannungsstromquellen **224** und **229** in einem Beispiel aus einem Teil der Halbleiterstruktur von n-Kanal-MOSFETs **222** bzw. **223** (wie zum

Beispiel im US-Patent Nr. 5.285.369 veranschaulicht) gebildet sein könnten und dann als Teil eines Schalters **230** betrachtet würden. Zu Erklärungszwecken sind sie für den Zweck dieser Beschreibung jedoch als separate Stromquellen gezeigt.

**[0032]** Wie im veranschaulichten Beispiel gezeigt, sind Stromquellen **224** und **229** an einen internen Versorgungsblock **227** gekoppelt, der eine interne Versorgungsspannung  $V_{DD}$  erzeugt, die mit dem Kondensator **271** intern entkoppelt ist. Es ist ersichtlich, dass der Kondensator **271** in anderen Beispielen ein externer Kondensator sein könnte. In einem Beispiel, in dem ein Kondensator **271** zur Entladeschaltung **204** extern ist, ist ersichtlich, dass die Entladeschaltung **204** dann mindestens 4 Anschlüsse, einschließlich der Anschlüsse **225** und **226**, aufwiese, wobei ein zusätzlicher Anschluss der Knoten **270** als Erdbezug für die Entladeschaltung ist und ein Anschluss die  $V_{DD}$ -Versorgungsschiene **259** ist. Es ist ersichtlich, dass die Betriebsleistung für die zu betreibende Entladeschaltung im Allgemeinen auch auf andere Arten wie zum Beispiel von Hochspannungsstromquellen, die zum Beispiel separat an externe Knoten **220** und **240** gekoppelt sind, abgeleitet sein könnte, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird.

**[0033]** Wie in dem in [Fig. 2](#) abgebildeten Beispiel gezeigt, sind Stromquellen **224** und **229** an einen Zeitgeber- und Steuerblock **273** gekoppelt. In einem Beispiel können diese Verbindungen zwischen Stromquellen **224** und **229** und einem Zeitgeber- und Steuerblock **273** verwendet werden, um zu detektieren, ob eine elektrische Energiequelle **260** an Eingangs-Anschlüsse **220** und **240** gekoppelt ist. In dem Beispiel kehrt sich die Polarität der von der elektrischen Energiequelle **260** erzeugten Wechselspannung regelmäßig um. Abhängig von der Polarität der Spannung über die Eingangs-Anschlüsse **220** und **260** kann eine der Stromquellen **224** und **229** nicht mit Strom versorgen.

**[0034]** In einem Beispiel ist etwa zu der Zeit, zu der sich die Polarität der elektrischen Energiequelle **260** umkehrt, die Spannung über Anschlüsse **225** und **226** so niedrig, dass weder die Stromquelle **224** noch die Stromquelle **229** den internen Entkopplungskondensator **271** mit Strom versorgen kann. In einem Beispiel jedoch, falls die elektrische Energiequelle **260** getrennt ist, kehrt sich die Polarität der Spannung zwischen den Anschlüssen **220** und **260** nicht mehr regelmäßig um und die Stromquelle **224** oder die Stromquelle **229** kann kontinuierlich mit Strom versorgen, solange eine Spannung auf dem Kondensator **202** vorhanden ist, die für den Betrieb der Stromquellen **224** und **229** hinreichend groß ist. In einem Beispiel kann ein Zeitgeber- und Steuerblock **273** erfassen, dass eine der Stromquellen **224** oder **229** für einen längeren Zeitraum, der in einem Beispiel min-

destens 20 Millisekunden sein könnte, ständig mit Strom versorgen kann. Der Zeitgeber- und Steuerblock **273** könnte dann bestimmen, dass die elektrische Energiequelle getrennt worden ist, und den Schalter **230** gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung in einen Ein-Status betreiben.

**[0035]** In einem anderen Beispiel ist die Entladeschaltung **204** so konfiguriert, dass die interne Versorgungsschiene  $V_{DD}$  **259** gekoppelt ist, um reagierend darauf, dass sich die Polarität der Spannung der elektrischen Energiequelle umkehrt, wenn die elektrische Energiequelle an die Eingangs-Anschlüsse **220** und **240** gekoppelt ist, auf einen Pegel unter einem Unterspannungs- oder Rücksetzpegel  $V_1$  entladen zu werden. In diesen Zuständen, wenn  $V_{DD}$  **259** auf unter einen Unterspannungs- oder Rücksetzpegel reduziert wird, löst dieses Ereignis in einem Beispiel eine Rücksetzung des Zeitgebers im Schaltungsblock **273** aus. Falls der Zeitgeber im Schaltungsblock **273** für einen längeren Zeitraum wie zum Beispiel mindestens 20 Millisekunden nicht zurückgesetzt wird, weist dies in einer Ausführungsform darauf hin, dass eine Wechselstromquelle elektrischer Energie, zum Beispiel **260**, getrennt worden ist, und in einem Beispiel könnte die Steuerschaltung **273** den Schalter **230** dann in einen Ein-Status betreiben.

**[0036]** Es ist ersichtlich, dass der Schalter **230** in anderen Beispielen als eine Stromquellenschaltung konfiguriert sein könnte, wie zum Beispiel durch Begrenzen des Stroms in MOSFETs **223** und **222** auf einen spezifischen Wert entweder durch Steuern der Gatesteuerung zu den MOSFETs **223** und **222** oder durch Dimensionierung der MOSFETs **223** und **222**, um den fließenden Strom inhärent auf einen maximalen Wert zu begrenzen. Es ist ersichtlich, dass, falls ein Schalter **230** sich wie eine Stromquelle verhält, die Widerstände **201** und **203** zum Beispiel nicht nötig wären und die Entladeschaltung **204** selbst den Wert des im Schalter **230** fließenden Entladungsstroms regeln würde. In solch einem Beispiel könnte es nötig sein, die Entladeschaltung als sicherheitsbewertete Schaltung klassifizieren zu lassen.

**[0037]** Die Wellenformen von [Fig. 3](#) veranschaulichen allgemein den Betrieb einer Beispielentladeschaltung mit Bezug zu den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#). Insbesondere zeigt [Fig. 3](#) zwei Beispielwellenformen **388** und **389**. In einem Beispiel ist die Wellenform **389** eine Beispielspannungswellenform, die von einer elektrischen Energiequelle **160** oder **260** in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erzeugt wird. In der Beschreibung der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) unten wird hinsichtlich beider [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) Bezug genommen, doch es versteht sich, dass in einem Beispiel die Entladeschaltungen **104** und **204** äquivalent sein und deshalb austauschbar verwendet werden könnten. In [Fig. 3](#) ist die Beispielwellenform **388** die Spannung über  $C_{VDD}$  **271** in [Fig. 2](#). In der Region **390** ist die Spannung zwischen An-

schlüssen **225** und **226** zu niedrig, so dass weder die Stromquelle **224** noch die Stromquelle **229** mit dem für die Entladeschaltung **204** erforderlichen Betriebsstrom versorgen kann.

**[0038]** Für diese Beschreibung wird angenommen, dass ein positiver Wert einer Spannungswellenform **389** der Spannung eines Anschlusses **225** entspricht, die höher als Anschluss **226** ist. Wenn deshalb der Betrag des Spannungswerts der Wellenform **389**, in der Region **385**, hoch genug ist, ist die Stromquelle **224** zum Versorgen mit genug Strom fähig, um zu ermöglichen, dass der Kondensator  $C_{VDD}$  zur Zeit **391** zum Beispiel bis zum Pegel **382**  $V_3$  aufgeladen wird. In einem Beispiel regelt der interne Versorgungsblock **227** dann eine Spannung über den Kondensator  $C_{VDD}$  **271**, damit diese im Wesentlichen gleich  $V_3$  **382** ist, wie durch den im Wesentlichen flachen Abschnitt der Wellenform **388** in der Region **385** gezeigt. In einem Beispiel wird diese Regelung durch Steuern von Stromquellen **224** und **229** erreicht, wie mit Signalleitungen **238** und **239** dargestellt, entweder durch lineares Steuern des Stromflusses oder mit einem Ein-/Aus- oder Hysterese-Steuermodus. Es ist erkennbar, dass in einem anderen Beispiel die Wellenform **388** in der Region **385** nicht flach aussähe, sondern eine Sägezahnform haben könnte, falls ein Hysterese-Steuermodus von Stromquellen **224** und **229** verwendet wird. In einem Beispiel ist  $V_3$  **382** im Wesentlichen gleich 5,8 Volt.

**[0039]** In einem Beispiel, wenn die Spannungswellenform **389** negativ ist, ist die Stromquelle **229** in der Region **386** aktiv. Der interne Versorgungsblock **227** regelt deshalb den durch die Stromquellen **224** und **229** fließenden Strom nur so weit, wie zum Betreiben der Entladeschaltung **204** erforderlich. In einem Beispiel beträgt der zum Betreiben der Entladeschaltung **204** erforderliche gesamte Strom weniger als 30  $\mu\text{A}$ . Dadurch wird sichergestellt, dass die Impedanz zwischen den Anschlüssen **225** und **226** während der Zeit, in der eine elektrische Energiequelle wie zum Beispiel die elektrische Energiequelle **260**, welche eine Wellenform **389** erzeugt, mit dem Leistungswandler, in dem die Entladeschaltung **204** verwendet wird, verbunden ist, im Durchschnitt hoch ist.

**[0040]** Wenn der Betrag der Spannungswellenform **389** dafür, dass entweder die Stromquelle **224** oder die Stromquelle **229**  $C_{VDD}$  **271**, wie zum Beispiel in der Region **387**, auflädt, zu niedrig wird, fällt  $V_{DD}$  **381** in einem Beispiel unter eine niedrigere Unterspannung oder Rücksetzschwellenspannung  $V_1$  **383**, die in einem Beispiel die zum Zurücksetzen eines Zeitgebers in einer Zeitgeber- und Steuerschaltung **273** verwendete Schwelle ist. In einem Beispiel ist  $V_1$  **383** ungefähr 3 Volt.

**[0041]** **Fig. 4** zeigt Beispielwellenformen **491** und **488**, die in einem Beispiel auftreten könnten, wenn

in den **Fig. 1** und **Fig. 2** elektrische Energiequellen **160** bzw. **260** zur Zeit **494** von Eingangs-Anschlüssen **120**, **140** und **220**, **240** getrennt werden. Zur Klarheit der Erklärung unten wird in **Fig. 2** auf die Entladeschaltung **204** Bezug genommen. Es wird angenommen, dass zu Zeiten nach **494** in der Sicherung **205** Nullstrom fließt und der einzige Weg, auf dem Strom zum Entladekondensator **202** fließen kann, deshalb durch die Widerstände **201** und **203** und die Entladeschaltung **204** verläuft. In dem Beispiel ist der Betrieb vor der Zeit **494** dem in **Fig. 3** oben gezeigten und mit Bezug zu **Fig. 3** oben beschriebenen sehr ähnlich.

**[0042]** Bei Fortsetzung mit dem in **Fig. 4** veranschaulichten Beispiel wird die elektrische Stromquelle **260** zur Zeit **494** getrennt. Die Spannung über den Kondensator **202** bleibt jedoch unmittelbar vor der Zeit **494**, wie durch die Wellenform **491** veranschaulicht, auf einem Endwert **496** der elektrischen Energiequelle **260**. Nach einer längeren Zeitspanne **495**, die in einem Beispiel ungefähr 20 Millisekunden ist, wurde der Zeitgeber im Zeitgeber- und Steuerblock **273** nicht zurückgesetzt. In einem Beispiel werden dann Transistoren **222** und **223** in einen Ein-Status betrieben, der ermöglicht, dass in den Widerständen **201** und **203**, den Transistoren **222** und **223** und dem Kondensator **202** Strom fließt. Die Spannung über den Kondensator **202** fällt deshalb bei einer Rate ab, die durch den Gesamtwiderstand der Widerstände **201** und **203**, den Schalter **230** und die Kapazität des Kondensators **202** bestimmt wird. Zu Erklärungszwecken wird dies in **Fig. 4** mit einer ungefähr linearen Reduzierung der Wellenform **491** während einer Spanne **497** veranschaulicht. Es versteht sich jedoch, dass die Reduzierung eigentlich an einer RC-Entladungseigenschaft ausgerichtet wäre, die durch den Gesamtwiderstand und die Kapazität des Entladewegs bestimmt wird.

**[0043]** Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, sinkt die interne Versorgungsspannung **488** der Entladeschaltung **204**, wie durch die Wellenform **488** während der Spanne **497** gezeigt, auch auf eine niedrigere Spannungsschwelle  $V_2$  **498**. In einem Beispiel ist  $V_2$  **498** im Wesentlichen gleich 4,8 Volt. Im Beispiel wird die interne Versorgungsspannung **488** während der Spanne **492** dann erneut auf den Schwellenspannungspegel  $V_3$  **482** wiederaufgeladen. In einem Beispiel wird dies durch Ausschalten der Transistoren **222** und **223** in **Fig. 2** bewerkstelligt, was ermöglicht, dass eine der internen Stromquellen **224** oder **229** einen internen Versorgungsentkopplungskondensator **271** wiederauflädt. In einem Beispiel ist  $V_3$  **482** im Wesentlichen gleich 5,8 Volt. Wenn die interne Versorgungsspannung **488** auf eine Spannungsschwelle  $V_3$  aufgeladen wird, werden die Transistoren **222** und **223** eingeschaltet, um das Entladen des Kondensators **202** fortzusetzen.

[0044] In einem Beispiel wird dieser Prozess des Entladens und Wiederaufladens der Entladeschaltungsversorgungsspannung 488 fortgesetzt, bis die auf einem externen Kondensator 202 verbleibende Spannung, die durch die Wellenform 491 dargestellt ist, unter einen Schwellwert 499 fällt. An diesem Punkt können die internen Stromquellen 224 und 229 den internen Kondensator 271 nicht mehr wiederaufladen, selbst wenn MOSFETs 222 und 223 zur Zeit 493 wieder ausgeschaltet sind. In diesem Zustand, wenn zur Zeit 493 die durch die Wellenform 488 dargestellte interne Versorgungsspannung  $V_2$  498 erreicht, reduziert sich die Spannung 488 weiter bei einer Rate, die durch den Ruhestromverbrauch des zur Entladeschaltung 204 internen Schaltungskomplexes bestimmt wird. Nach dem Zeitpunkt 493 ist der externe Kondensator 202 im Wesentlichen entladen und wird deshalb nicht weiter entladen, da die Transistoren 222 und 223 ausgeschaltet sind. In einem Beispiel liegt der Schwellspannungspegel 499 im Bereich von 5 bis 10 Volt.

[0045] Deshalb könnte die Steuerschaltung 228 mit Bezug zur Schaltung von Fig. 2 in einem Beispiel alternativ als den Schalter 230 mit mindestens zwei Betriebsmodi betreibend beschrieben werden. Ein erster Betriebsmodus, wenn die elektrische Energiequelle 260 an die Eingangs-Anschlüsse 220 und 240 gekoppelt ist. Während dieses ersten Modus betreibt die Steuerschaltung 228 den Schalter 230 so, dass zwischen den Anschlüssen 225 und 226 eine hohe durchschnittliche Impedanz vorhanden ist. In einem Beispiel ist die Impedanz zwischen den Anschlüssen 225 und 226 so, dass ein Stromfluss zwischen den Anschlüssen 225 und 226 weniger als 30  $\mu\text{A}$  entsprechend einer durchschnittlichen Impedanz von in der Regel mehr als 3 MOhm beträgt, wenn der Durchschnitt zum Beispiel während einer Zeitspanne von mindestens 100  $\mu\text{Sekunden}$  ermittelt wird.

[0046] In einem zweiten Betriebsmodus detektiert die Steuerschaltung 228, dass die elektrische Energiequelle 260 von den Eingangs-Anschlüssen 220 und 240 abgekoppelt worden ist. An diesem Punkt wird der Schalter 230 so betrieben, dass eine zwischen den Eingangs-Anschlüssen 220 und 240 bestehende Kapazität 202 in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Leistungs- oder Energiequelle 260 von den Eingangs-Anschlüssen 220 und 240 entkoppelt wird, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auf unter eine Schwellspannung entladen wird.

[0047] Fig. 5 ist ein Schema, das ein Beispiel für eine Entladeschaltung 504 zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In einem Beispiel ist die

Entladeschaltung 504 eine integrierte Schaltung. In einem Beispiel könnte die in Fig. 5 veranschaulichte Beispielentladeschaltung 504 die oben mit Bezug zu Fig. 1 und Fig. 2 beschriebenen Entladeschaltungen, die Wellenformen erzeugen, die den in Fig. 3 und Fig. 4 gezeigten ähnlich sind, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung sein.

[0048] Wie im in Fig. 5 abgebildeten Beispiel gezeigt, weist die Entladeschaltung 504 nur zwei externe Anschlüsse 525 und 526 auf, die an einen Schalter 530 gekoppelt sind. In dem Beispiel ist der Schalter 530 ein Wechselstromschalter, der zwei MOSFETs 522 und 523 beinhaltet. Es ist ersichtlich, dass der Schalter 530 in anderen Beispielen andere Typen von Schaltern wie JFET-Schalter oder dergleichen beinhalten könnte, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird. In einem Beispiel erzeugt eine Regelschaltung 596 eine Versorgungsschiene 559, die eine mit dem Kondensator 571 entkoppelte Spannung  $V_{DD}$  aufweist. Die Steuerschaltung 528 wird von der Versorgungsschiene 559 her angetrieben und stellt einen Gatesteuerungsausgang 597 zum Betreiben des Schalters 530 bereit. Komparatoren 590, 591 und 592 überwachen die Versorgungsschienenspannung 559. Falls die Versorgungsschiene 559 unter  $V3$  ist, betreibt der Ausgang des Komparators 590 Stromquellen 524 und 529, um einen Reglerblock 596 mit Strom zu versorgen. Falls die Versorgungsschiene 559 über  $V3$  ist, betreibt der Ausgang des Komparators 590 Stromquellen 524 und 529 nach Aus. Falls die Versorgungsschiene 559 unter  $V2$  ist, stellt der Ausgang des Komparators 591 ein hohes Signal für einen Gatesteuerlogikblock 595 bereit, um den Schalter 530 auszuschalten. Falls die Versorgungsschiene 559 über  $V2$  ist, stellt der Ausgang des Komparators 591 ein niedriges Signal für einen Gatesteuerlogikblock 595 bereit.

[0049] In einem Beispiel ist ein Leitungserfassungsblock 593 an einen Zeitgeberblock 594 gekoppelt, um den Zeitgeber 594 jedes Mal zurückzusetzen, wenn die Spannung zwischen den Anschlüssen 525 und 526 unter einen Schwellspannungspegel fällt. In einem Beispiel, falls die Spannung zwischen den Anschlüssen 525 und 526 für eine Schwellenzeitspanne nicht unter einen Schwellspannungspegel fällt, wird ein Zeitgeberausgangssignal 598 an einen Gatesteuerlogikblock 595 gekoppelt, um den Schalter 530 in einen Ein-Status zu betreiben. Falls eine Versorgungsschienenspannung 559 unter eine Spannungsschwelle  $V1$  fällt, wird ein PU\_reset-Signal 599 gekoppelt, um den Zeitgeber 594 und den ganzen anderen Schaltungskomplex innerhalb der Steuerschaltung 528 zurückzusetzen.

[0050] In einem anderen Beispiel könnte der Leitungserfassungsblock 593 insgesamt eliminiert sein und das PU\_reset-Signal 599 könnte stattdessen an

den Eingang **589** einer Zeitgeberschaltung **594** gekoppelt sein. In diesem Beispiel wird das Einschalt-Rücksetz-Ereignis selbst verwendet, um die Zeitgeberschaltung **594** so zurückzusetzen, dass, falls die Versorgungsschiene **559** für mehr als eine Schwellenzeitspanne nicht unter einen Schwellspannungspegel  $V_1$  fällt, ein Zeitgeberausgangssignal **598** an einen Gatesteuerlogikblock **595** gekoppelt wird, um zu befehlen, dass ein Schalter **530** eingeschaltet wird.

[0051] **Fig. 6** zeigt allgemein ein Flussdiagramm **660**, das ein Beispielverfahren für ein Gerät zum Entladen einer Kapazität zwischen Leistungssystem-Eingangs-Anschlüssen, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungssystem-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, veranschaulicht. In einem Beispiel könnte **Fig. 6** den Betrieb der Schaltungen **104** und **204** in den **Fig. 1** und **Fig. 2** oben beschreiben. Es kann angenommen werden, dass die verwendeten Terme  $V_1$ ,  $V_2$  und  $V_3$  in einem Beispiel äquivalent zu den Spannungspegeln **383/483**, **498** und **382/482** in den **Fig. 3** und **Fig. 4** sind. Der Betrieb beginnt in Block **661** und in Block **662** sind Q1 und Q2 in einem Aus-Status. In einem Beispiel ist Q1 äquivalent zum MOSFET **222** und Q2 ist äquivalent zum MOSFET **223** in **Fig. 2**. In Block **663** wird der Zeitgeber zurückgesetzt, der in einem Beispiel der oben mit Bezug zum Zeitgeber- und Steuerblock **273** beschriebene Zeitgeber sein könnte. In Block **664**, falls  $V_{DD}$  kleiner als  $V_1$  ist, versucht die Schaltung,  $C_{VDD}$  wiederaufzuladen, zum Beispiel  $C_{VDD}$  **271** in **Fig. 2**, und kehrt zu Block **662** zurück. Falls jedoch  $V_{DD}$  größer als  $V_1$  ist, überprüft die Schaltung, ob  $V_{DD}$  kleiner als  $V_3$  in Block **665** ist. Falls nicht, überprüft der Block **666** in dem Beispiel, ob die interne Zeitgeberzeit um ist, und, falls ja, wird bestimmt, dass zum Beispiel die elektrische Energiequelle **260** getrennt wurde, und sowohl Q1 als auch Q2 werden in Block **667** eingeschaltet. In Block **668** wird ständig überprüft, ob  $V_{DD}$  größer als  $V_2$  ist, und, falls ja, bleibt der Zustand, dass Q1 und Q2 in einem Ein-Status sind, bestehen. Sobald jedoch  $V_{DD}$  nicht mehr größer als  $V_2$  ist, werden Q1 und Q2 in Block **669** ausgeschaltet. Der Betrieb kehrt dann zu Block **665** zurück, wo wieder bestimmt wird, ob  $V_{DD}$  kleiner als  $V_3$  ist. Falls dies so ist, überprüft Block **670** dann, ob  $V_{DD}$  kleiner als die niedrigere Unterspannung oder die Rücksetzspannungsschwelle  $V_1$  ist, wobei in diesem Fall die Schaltung dann versucht,  $C_{VDD}$  in Block **672** wiederaufzuladen, und zum Block **662** zurückkehrt. Ansonsten wird  $C_{VDD}$  in Block **671** wiederaufgeladen und der Betrieb kehrt zu Block **665** zurück.

[0052] **Fig. 7** ist ein Beispielschaltungsschema einer Steuerschaltung **709** und einen Schalter **710** nutzenden Schaltung eines Leistungswandlers **700**, die gekoppelt ist, um während eines ersten Betriebszustands Energie von einem Eingang an einen Ausgang **730** des Leistungswandlers zu übertragen, und so gekoppelt ist, dass der Schalter **710** während ei-

nes zweiten Betriebszustands einen Strom führt, ohne Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers zu übertragen.

[0053] In dem Beispiel ist der Wandler **700** ein Boost-Wandler. In einem Beispiel könnte der Boost-Wandler **700** verwendet werden, um eine Leistungsfaktorkorrekturfunktion durchzuführen, wie dem Fachmann bekannt ist. Ein Leistungswandler **700** ist an eine Quelle elektrischer Energie oder elektrischer Leistung **760** gekoppelt und beinhaltet eine zwischen einem EMI-Kondensator **702** und einem Eingangs-Anschluss **740** eines Leistungswandlers **700** gekoppelte Sicherung **705**. In dem Beispiel ist ein anderer EMI-Filter-Komponentenblock **706** an eine Brückengleichrichterschaltung **707** gekoppelt. Der Ausgang der Brückengleichrichterschaltung **707** koppelt sich an eine Boost-Wandler-Schaltung **711**, so dass eine Steuerschaltung **709** während des Normalbetriebs einen Schalter **710** betreibt, um den Fluss von Energie von Eingangs-Anschlüssen **720** und **740** eines Leistungswandlers **700** an den Ausgang **730** zu regeln, wenn die elektrische Energiequelle **760** an den Eingang des Leistungswandlers **700** gekoppelt ist.

[0054] In einem Beispiel ist die Steuerschaltung **709** gekoppelt, um zu detektieren, wenn die elektrische Energiequelle **760** vom Eingang des Leistungswandlers **700** getrennt ist, indem sie zum Beispiel einen Strom im Widerstand **775** erfasst. Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, ist der Widerstand **775** zwischen einem Ausgang einer Gleichrichterschaltung **707** und einer Steuereinheit **709** gekoppelt. Während eine elektrische Energiequelle **760** an den Eingang des Leistungswandlers **700** gekoppelt ist, ist die Spannung  $V_{dc}$  **731**, die über den Ausgang der Gleichrichterschaltung **707** vorkommt, eine vollweggleichgerichtete, aber ungeglättete Version der Wechselstrom-Eingangsspannung **721**, wie durch die in **Fig. 7** gezeigte Wellenform **732** dargestellt. Wenn die elektrische Energiequelle **760** vom Eingang des Leistungswandlers **700** abgekoppelt wird, nimmt  $V_{dc}$  **731** jedoch einen stabilen Gleichstromwert an, der durch den Wert der Spannung der elektrischen Energiequelle **760** im Moment der Trennung bestimmt wird. In einem Beispiel ist die Steuereinheit **709** gekoppelt, um einen im Widerstand **775** fließenden Strom zu detektieren, als eine Möglichkeit, um zu detektieren, ob  $V_{dc}$  eine vollweggleichgerichtete Spannung wie durch die Wellenform **732** dargestellt ist oder einen stabilen Gleichstromspannungspegel aufweist und deshalb ob die elektrische Energiequelle **760** an den Eingang des Leistungswandlers **700** gekoppelt oder abgekoppelt ist. In einem Beispiel könnte dies durch Verwendung von Zeitsteuerungstechniken ähnlich wie bei der Entladeschaltung **204** verwendet bewerkstelligt werden. Es ist ersichtlich, dass eine Detektion dieses Typs auch durch Koppeln der Steuereinheit **709** an einen Knoten vor der Gleichrich-

terschaltung **707** bewerkstelligt werden könnte, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird.

**[0055]** In einer alternativen Beschreibung des Leistungswandlers **700** kann die Steuerschaltung **709** als den Schalter **710** mit mindestens zwei Betriebsmodi betreibend beschrieben werden. Ein erster Betriebsmodus, wenn die elektrische Energiequelle **760** an den Eingang des Leistungswandlers **700** gekoppelt ist. Während dieses ersten Modus betreibt die Steuerschaltung **709** den Schalter **710**, um einen Fluss von Energie vom Eingang an den Ausgang des Leistungswandlers **700** zu regeln. Der erste Modus beinhaltet einen Zustand, in dem der Energiefluss während eines Standby- oder Abschaltmodus der Steuerschaltung **709** auf im Wesentlichen null geregelt wird. Im Standby- oder Abschaltmodus betreibt die Steuerschaltung **709** den Schalter **710** in einen Aus-Status.

**[0056]** In einem zweiten Betriebsmodus detektiert die Steuerschaltung **709**, dass die elektrische Energiequelle **760** vom Eingang zum Leistungswandler **700** abgekoppelt worden ist. Der Schalter **710** wird dann so betrieben, dass Strom im Schalter **710** fließt. Eine zwischen den Eingangs-Anschlüssen **720** und **740** des Leistungswandlers **700** bestehende Kapazität **702** wird dann in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Leistungs- oder Energiequelle **760** von den Eingangs-Anschlüssen **720** und **740** des Leistungswandlers **700** entkoppelt wird, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auf unter eine Schwellspannung entladen. Die maximale Zeitspanne ist von der Menge des Energieflusses zwischen einem Eingang und einem Ausgang des Leistungswandlers **700**, unmittelbar bevor die elektrische Energiequelle von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers abgekoppelt wird, unbeeinflusst.

**[0057]** Es wird angemerkt, dass das Entladen der Kapazität **702** in einem Beispiel bewerkstelligt werden könnte, indem der Schalter **710** kontinuierlich nach Ein betrieben wird, bis der erforderliche Pegel der Entladung der Kapazität **702** erreicht ist. In einem anderen Beispiel könnte das Entladen der Kapazität **702** bewerkstelligt werden, indem der Schalter **710** nach Ein und nach Aus betrieben wird, bis die erforderliche Entladung der Kapazität **702** erreicht ist, so dass während der Entladungsspanne gemäß Lehren der vorliegenden Erfindung immer noch Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers **700** übertragen wird. In einem Beispiel kann der Fluss von Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers **700** während dieser Entladungsspanne von der Steuerschaltung **709** geregelt oder ungeregt sein.

**[0058]** [Fig. 8](#) ist ein anderes Beispielschaltungs-  
schema einer Steuerschaltung **813** nutzenden

Schaltung eines Leistungswandlers **800** gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung. Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, ist die Steuerschaltung **813** an Schalter **815**, **816** und **817** gekoppelt. In dem Beispiel sind die Schalter **816** und **815** die zwei Schalter eines 2-Schalter-Durchflusswandlers, der die Hauptleistungsversorgung bildet, der zum Beispiel in einem Personalcomputer-Leistungswandler eingesetzt werden kann. In dem Beispiel ist der Schalter **817** der Schalter eines Sperrwandlers, der zum Beispiel einen Teil einer Standby-Leistungsversorgung in einem Personalcomputer-Leistungswandler bilden könnte. Sowohl die Haupt- als auch die Standby-Leistungswandlungsstufe können als Gleichstromwandler bezeichnet werden, da die Ausgangsspannung der Leistungswandlungsstufe **811** ein im Wesentlichen konstanter Gleichstromwert ist. In einem Beispiel wird der Schalter **817** von einer Steuerschaltung **813** betrieben, um während eines ersten Betriebszustands Energie von einem Eingang des Leistungswandlers **800** an einen Ausgang **819** des Leistungswandlers zu übertragen, und ist so gekoppelt, dass dieser Schalter **817** während eines zweiten Betriebszustands einen Strom führt, ohne Energie vom Eingang des Wandlers **800** an den Ausgang **819** zu übertragen.

**[0059]** Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, ist der Leistungswandler **800** an eine Quelle elektrischer Energie oder elektrischer Leistung **860** gekoppelt und beinhaltet eine zwischen einem EMI-Kondensator **802** und einem Eingangs-Anschluss **840** des Leistungswandlers **800** gekoppelte Sicherung **805**. In dem Beispiel ist ein anderer EMI-Filter-Komponentenblock **806** an eine Brückengleichrichterschaltung **807** gekoppelt. Wie im Beispiel gezeigt, ist der Ausgang der Brückengleichrichterschaltung **807** an eine Boost-Wandler-Schaltung **811** gekoppelt. Der Ausgang der Boost-Wandler-Schaltung **811** ist an Durchfluss- und Sperrwandler **812** gekoppelt.

**[0060]** Während eines Betriebsmodus betreibt die Steuerschaltung **813** Schalter **815** und **816**, um den Fluss von Energie von Eingangs-Anschlüssen **820** und **840** des Leistungswandlers **800** an einen Ausgang **818** zu regeln, wenn die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt ist. In einem Beispiel ist die Steuerschaltung **813** gekoppelt, um zu detektieren, wenn die elektrische Energiequelle **860** vom Eingang des Leistungswandlers **800** getrennt ist, indem sie zum Beispiel einen Strom im Widerstand **875** erfasst. Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, ist der Widerstand **875** zwischen einem Ausgang einer Gleichrichterschaltung **807** und einer Steuereinheit **813** gekoppelt. Während die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt ist, ist die Spannung  $V_{dc}$  **831**, die über den Ausgang der Gleichrichterschaltung **807** vorkommt, eine vollweggleichgerichtete, doch ungeglättete Version der Wech-

selbstrom-Eingangsspannung **821**, wie durch die Wellenform **832** dargestellt. Wenn die elektrische Energiequelle **860** vom Eingang des Leistungswandlers **800** abgekoppelt wird, nimmt Vdc **831** jedoch einen stabilen Gleichstromwert an, der durch den Wert der Spannung der elektrischen Energiequelle **860** im Moment der Trennung bestimmt wird. In einem Beispiel ist die Steuereinheit **813** gekoppelt, um einen im Widerstand **875** fließenden Strom zu detektieren, als eine Möglichkeit, um zu detektieren, ob Vdc **831** ein Pegel einer vollweggleichgerichteten oder stabilen Gleichstromspannung ist und deshalb ob die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt oder abgekoppelt ist. In einem Beispiel könnte dies durch Verwendung von Zeitsteuerungstechniken ähnlich wie bei der Entladungsschaltung **204** verwendet bewerkstelligt werden. Es ist ersichtlich, dass eine Detektion dieses Typs auch durch Koppeln einer Steuereinheit **813** an einen Knoten vor einer Gleichrichterschaltung **807** bewerkstelligt werden könnte, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird.

**[0061]** In einer alternativen Beschreibung des Leistungswandlers **800** kann die Steuerschaltung **813** als die Schalter **815** und **816** mit mindestens zwei Betriebsmodi betreibend beschrieben werden. Ein erster Modus, wenn die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt ist. Während dieses ersten Modus betreibt die Steuerschaltung **813** die Schalter **815** und **816**, um einen Fluss von Energie vom Eingang an den Ausgang **818** eines Leistungswandlers **800** zu regeln. Der erste Modus beinhaltet einen Zustand, in dem der Energiefluss während eines Standby- oder Abschaltmodus der Steuerschaltung **813** auf im Wesentlichen null geregelt wird. Im Standby- oder Abschaltmodus kann die Steuerschaltung **813** die Schalter **815** und **816** in einen Aus-Status betreiben.

**[0062]** In einem zweiten Betriebsmodus detektiert die Steuerschaltung **813**, dass die elektrische Energiequelle **860** vom Eingang zum Leistungswandler **800** abgekoppelt worden ist. Die Schalter **815** und **816** werden dann so betrieben, dass eine zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers bestehende Kapazität **802** in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Leistungs- oder Energiequelle **860** von den Eingangs-Anschlüssen **820** und **840** des Leistungswandlers **800** entkoppelt wird, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auf unter eine Schwellspannung entladen wird. Die maximale Zeitspanne ist von der Menge des Energieflusses zwischen einem Eingang und einem Ausgang des Leistungswandlers **800**, unmittelbar bevor die elektrische Energiequelle **860** von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers **800** abgekoppelt wird, unbeeinflusst.

**[0063]** Es wird angemerkt, dass das Entladen der Kapazität **802** in einem Beispiel bewerkstelligt werden könnte, indem die Schalter **815** und **816** nach Ein und nach Aus betrieben werden, bis die erforderliche Entladung der Kapazität **802** erreicht ist, so dass während der Entladungszeit immer noch Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung übertragen wird. In einem Beispiel kann der Fluss von Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers während dieser Entladungszeit von der Steuerschaltung **813** geregelt oder ungeregelt sein.

**[0064]** In einem Alternativbeispiel unter Verwendung des Leistungswandlers **800** kann die Steuerschaltung **813** auch als den Schalter **817** mit mindestens zwei Betriebsmodi betreibend beschrieben werden. Ein erster Modus, wenn die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt ist. Während dieses ersten Modus betreibt die Steuerschaltung **813** den Schalter **817**, um einen Fluss von Energie vom Eingang an den Ausgang **819** des Leistungswandlers **800** zu regeln. Der erste Modus beinhaltet einen Zustand, in dem der Energiefluss während eines Standby- oder Abschaltmodus der Steuerschaltung **813** auf im Wesentlichen null geregelt wird. Im Standby- oder Abschaltmodus betreibt die Steuerschaltung **813** den Schalter **817** in einen Aus-Status.

**[0065]** In einem zweiten Betriebsmodus detektiert die Steuerschaltung **813**, dass die elektrische Energiequelle **860** vom Eingang zum Leistungswandler **800** abgekoppelt worden ist. Der Schalter **817** wird dann so betrieben, dass die über den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers **800** bestehende Kapazität **802** in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Leistungs- oder Energiequelle **860** von den Eingangs-Anschlüssen **820** und **840** des Leistungswandlers **800** entkoppelt wird, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auf unter die Schwellspannung entladen wird.

**[0066]** Es wird angemerkt, dass das Entladen der Kapazität **802** in einem Beispiel bewerkstelligt werden könnte, indem der Schalter **817** kontinuierlich eingeschaltet wird, bis die Entladung der Kapazität **802** erreicht ist. In einem anderen Beispiel könnte das Entladen der Kapazität **802** bewerkstelligt werden, indem der Schalter **817** ein und aus geschaltet wird, bis die erforderliche Entladung der Kapazität **802** erreicht ist, so dass während der Entladungszeit immer noch Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung übertragen wird. In einem Beispiel kann der Fluss von Energie von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers während dieser Entladungsspanne von der Steuerschaltung **813** geregelt oder ungeregelt sein.

[0067] Es wird angemerkt, dass die in den Beispielen der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) erörterten Sicherungen **705** und **805** zwischen den Eingangs-Anschlüssen von Leistungswandlern **700** und **800** bzw. Kondensatoren **702** und **802** positioniert sind. In dieser Anordnung befindet sich zwischen der Kapazität **702** und dem Schalter **710** in [Fig. 7](#) und zwischen der Kapazität **802** und den Schaltern **816/815** oder **817** in [Fig. 8](#) ein Entladeweg, selbst wenn die betreffenden Eingangssicherungen in einem Leerlaufschaltungszustand sind. Es ist ersichtlich, dass mit dieser Anordnung der Eingangssicherung **705** oder **805** ein weiteres Beispiel für eine Schaltung, nicht gezeigt, die von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert, ein Schalter sein könnte, der direkt über die Ausgangs-Anschlüsse der Gleichrichterschaltungen **707** oder **807** in den [Fig. 7](#) bzw. [Fig. 8](#) gekoppelt sein könnte. Ein solcher Schalter könnte eine ähnliche Entladungsfunktion durchführen wie von den oben beschriebenen Schaltern **710**, **815**, **816** und **817** durchgeführt und könnte von den Steuereinheiten **709** oder **813** her betrieben werden. In einem Beispiel könnte dieser Schalter an einen Strombegrenzungswiderstand gekoppelt sein, um während eines Entladungsereignisses den maximalen Spitzenstrom im Schalter zu begrenzen.

[0068] Es ist ersichtlich, dass andere Beispiele für Schaltungen, die von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitieren, zum Beispiel die Verwendung eines Schaltungskomplexes, der intern zur Steuerschaltung **709** in [Fig. 7](#) und an einen Widerstand **775** gekoppelt ist, als einen Stromweg zum Entladen einer Kapazität **702**, beinhalten könnten, die zwischen den Eingangs-Anschlüssen eines Leistungswandlers **700** besteht, wenn die elektrische Energiequelle **760** vom Eingang des Leistungswandlers **700** abgekoppelt wird. In einem Beispiel könnte dies durch eine Verwendung von Techniken ähnlich wie bei der Entladeschaltung **204** bewerkstelligt werden, jedoch mit einem einzigen Gleichstromschalter und einer einzigen Stromquelle statt des Wechselstromschalters, der durch die Schalter **222** und **223** gebildet wird, und der Stromquellen **224** und **229**. In einem Beispiel könnte der im Widerstand **775** fließende Strom, während die elektrische Energiequelle **760** an den Eingang des Leistungswandlers **700** gekoppelt ist, auch einen Anlaufstrom für den Betrieb der Steuerschaltung **709** bereitstellen. In dem Beispiel wird nur während einer Anlaufphase der Steuerschaltung **709** mit dem Anlaufstrom versorgt, wonach eine Versorgungswicklung, nicht gezeigt, auf dem Boost-Induktor oder anderen magnetischen Komponenten die Bereitstellung von Versorgungsstrom für die Steuerschaltung **709** übernimmt.

[0069] Noch ein anderes Beispiel könnte zum Beispiel die Verwendung eines Schaltungskomplexes, der intern zur Steuerschaltung **813** in [Fig. 8](#) und an einen Widerstand **875** gekoppelt ist, beinhalten, als

einem Stromweg zum Entladen einer Kapazität **802**, die zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers **800** besteht, wenn die elektrische Energiequelle **860** vom Eingang des Leistungswandlers **800** abgekoppelt wird. In einem Beispiel könnte dies durch eine Verwendung von Techniken ähnlich wie bei der Entladeschaltung **204** bewerkstelligt werden, jedoch mit einem einzigen Gleichstromschalter und einer einzigen Stromquelle statt des Wechselstromschalters, der durch die Schalter **222** und **223** gebildet wird, und der Stromquellen **224** und **229**. In einem Beispiel könnte der im Widerstand **875** fließende Strom, während die elektrische Energiequelle **860** an den Eingang des Leistungswandlers **800** gekoppelt ist, einen Anlaufstrom für den Betrieb der Steuerschaltung **813** bereitstellen. In dem Beispiel ist die Anlaufstromfunktion nur während einer Anlaufphase der Steuerschaltung **813** aktiv, wonach eine Versorgungswicklung, nicht gezeigt, innerhalb des Leistungswandlers **800** auf dem Boost-Induktor oder anderen magnetischen Komponenten zum Beispiel die Bereitstellung von Versorgungsstrom für die Steuerschaltung **813** übernimmt, wenn die Spannung auf dieser Wicklung einen Schwellwert erreicht.

[0070] Es ist auch ersichtlich, dass Leistungswandler **700** und **800** andere Betriebsmodi als die oben zu Erklärungszwecken beschriebenen Modi aufweisen könnten, einschließlich zum Beispiel spezifischer Schutzmodi, wenn ein Defekt auftritt, während immer noch von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert wird.

[0071] [Fig. 9](#) zeigt allgemein ein Flussdiagramm **960**, das ein Beispielverfahren für ein Gerät für eine Steuerschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Eingangs-Anschlüssen eines Leistungswandlers, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, veranschaulicht. In einem Beispiel ist das in [Fig. 9](#) veranschaulichte Verfahren den oben mit Bezug zu [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) beschriebenen ähnlich. Wie gezeigt, beginnt der Leistungswandler in Block **961**. In Block **962** wird bestimmt, ob eine Quelle elektrischer Energie an den Leistungswandler-Eingang gekoppelt ist. Falls dies so ist, betreibt die Steuerschaltung einen Schalter, um einen Energiefluss von einem Eingang an einen Ausgang des Leistungswandlers zu regeln. Es ist ersichtlich, dass in einem Beispiel der Energiefluss auf im Wesentlichen null geregelt werden könnte. Der Ausgang des Blocks **963** wird dann mit dem Eingang des Entscheidungsblocks **962** verbunden. Falls die elektrische Energiequelle nicht mit dem Leistungswandler-Eingang verbunden wird, wird der Ausgang des Blocks **962** mit dem Block **964** verbunden, in dem die Steuerschaltung einen Schalter betreibt, um eine zwischen Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen verbundene Kapazität innerhalb einer maximalen Zeitspanne

gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auf einen Schwellpegel zu entladen.

[0072] **Fig. 10** zeigt eine andere Beispielschaltung, die von den Lehren der vorliegenden Erfindung profitiert. Es ist ersichtlich, dass das in **Fig. 10** gezeigte Beispielschaltungsdiagramm mit dem in **Fig. 1** gezeigten Beispielschaltungsdiagramm eine Ähnlichkeit teilt. Die Entladeschaltung **1004** in **Fig. 10** wurde jedoch innerhalb einer Haupt-, Standby- & Entlade-Steuerschaltung **1013** integriert. Wie im abgebildeten Beispiel gezeigt, bildet die Steuerschaltung **1013** einen Teil einer integrierten Schaltung **1014**, die auch Schalter **1015**, **1016** und **1017** beinhaltet. Funktional ist der Betrieb der Entladeschaltung **1004** in einem Beispiel den oben mit Bezug zu **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** beschriebenen Entladeschaltungen **104** und **204** sehr ähnlich. In einer beispielhaften praktischen Umsetzung des Leistungswandlers **1000** kann die Integration einer Entladeschaltung **1004** in dieser Art Ersparnisse im Kosten- und Leiterplattenbereich bieten. Es ist ersichtlich, dass die Entladeschaltung **1004** in anderen Beispielen mit der PFC-Steuereinheit **1009** integriert sein könnte. Im Allgemeinen könnte die Entladeschaltung **1004** mit einer beliebigen Steuerschaltung wie einem LLC-Wandler, Voll- und Halbbrückenwandlern, SEPIC-Wandlern und CUK-Wandlern, um einige zu nennen, integriert sein.

[0073] **Fig. 11** zeigt ein Beispiel für eine Umsetzung einer Entladeschaltung **1104** mit diskreten Komponenten gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung. Wie gezeigt, bilden der Kondensator **1157** und die Dioden **1156** und **1158** eine Ladungspump- oder Kapazitiv-Vorwiderstands-Leistungsquelle, die eine Spannung über den Kondensator **1160** erzeugt, wenn eine elektrische Wechselstrom-Energiequelle **1160** an die Eingangs-Anschlüsse **1120** und **1140** gekoppelt ist. Deshalb hält durch den Widerstand **1155** und in die Basis des Transistors **1154** fließender Strom einen Transistor **1154** in einem Ein-Status, während die elektrische Energiequelle **1160** weiter an die Eingangs-Anschlüsse **1120** und **1140** gekoppelt ist. Die Gates von MOSFETs **1122** und **1123** sind durch Dioden **1152** und **1153** an den Kollektor des Transistors **1154** gekoppelt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gatespannung von MOSFETs **1122** und **1123** relativ zur Schaltungserde **1150** unter der Gateschwellspannung der MOSFETs ist und dass die MOSFETs **1122** und **1123** in einem Aus-Status sind, wenn der Transistor **1154** in einem Ein-Status ist. Falls jedoch eine elektrische Wechselstrom-Energiequelle **1160** von Eingangs-Anschlüssen **1120** und **1140** abgekoppelt wird, stellt die Ladungspumpschaltung keine Energie für den Kondensator **1160** mehr bereit und der Kondensator **1160** entlädt bei einer Rate, die durch die RC-Zeitkonstante der Widerstände **1161** und **1155** und den Kondensator **1160** festgesetzt wird.

[0074] Nach einer längeren Zeitspanne, die in einem Beispiel ungefähr 20 Millisekunden sein könnte, ausgewählt durch die Wahl von Komponentenwerten für den Kondensator **1160** und die Widerstände **1155** und **1161**, schaltet sich der Transistor **1154** aus. Zu dieser Zeit steigt die Gatespannung entweder des MOSFETs **1122** oder des MOSFETs **1123** abhängig von der Polarität der Spannung über den Kondensator **1102** auf die Gatespannungsschwelle und wird schließlich von entweder der Zener **1178** oder der Zener **1179** geklemmt.

[0075] In einem Beispiel, in dem die Spannung auf dem Eingangs-Anschluss **1120** höher als die Spannung auf dem Eingangs-Anschluss **1140** ist, wird das Gate von **1122** hoch gezogen, was den MOSFET **1122** einschaltet. Dann fließt Strom vom Kondensator **1102**, durch den Widerstand **1101**, durch den Kanal des MOSFETs **1122**, durch die Body-Diode des MOSFETs **1123** (die ein inhärenter Teil der Halbleiterstruktur eines MOSFETs **1123** ist, wie dem Fachmann bekannt ist), durch den Widerstand **1103** und dann zurück zum Kondensator **1102**, um somit einen Entladungsstromweg gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung zu bilden. Wenn die Spannung über den Kondensator **1102** einen niedrigeren Schwellwert erreicht, unter dem die Gatespannung von **1122** unter die Gateschwellspannung von **1122** fällt, schaltet sich der MOSFET **1122** aus und eine Restspannung in der Regel im Bereich von 5 bis 10 Volt abhängig vom Typ des für **1122** verwendeten MOSFETs bleibt auf dem Kondensator **1102**.

[0076] Es wird angemerkt, dass die Beschreibungen oben zu Erklärungszwecken auf Leistungswandler, in denen die Eingangs- und Ausgangsenergie vor allem elektrisch ist, gerichtet worden sind. **Fig. 12** zeigt ein Beispiel für einen Motorsteuerungsleistungswandler oder ein Motorsteuerungsleistungssystem, in denen die Eingangsleistung und -energie elektrisch ist, aber am Ausgang in vor allem mechanische Energie und Leistung gewandelt wird. Im veranschaulichten Beispiel ist ersichtlich, dass die Entladeschaltung **1204** mit den oben beschriebenen Steuerschaltungen **104** und **204** viele Merkmals- und Funktionsähnlichkeiten teilt. Obwohl das in **Fig. 12** abgebildete Beispiel die Verwendung eines Boost-Wandlers **1211** veranschaulicht, ist ersichtlich, dass die Aufnahme einer Leistungswandlungsstufe **1211** in anderen Beispielen gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung nicht zwangsläufig erforderlich wäre. Es ist ersichtlich, dass die Entladeschaltung **1204** in anderen Beispielen innerhalb einer Motorsteuereinheit **1214** oder sogar der Leistungsschalterschaltung **1217**, die an Motorwicklungen **1219** gekoppelt ist, integriert sein könnte. Es ist ersichtlich, dass das Leistungssystem in anderen Beispielen eines sein könnte, in dem die Eingangsleistung und -energie elektrisch ist, aber am Ausgang des Leistungssystems in vor allem optische

oder Lichtausgangsenergie wie zum Beispiel in einem LED-Treiber-Leistungssystem gewandelt wird.

**[0077]** Fig. 13 zeigt ein Schema eines anderen Beispiels für eine Entladeschaltung zum Entladen einer Kapazität zwischen Eingangs-Anschlüssen eines Leistungswandlers, wenn eine Quelle elektrischer Energie von den Leistungswandler-Eingangs-Anschlüssen getrennt ist, gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung. Eine elektrische Energiequelle 1360, die in dem Beispiel eine Wechselstrom-Spannungsquelle ist, ist an die Eingangs-Anschlüsse 1320 und 1340 gekoppelt. Wie im abgebildeten Beispiel veranschaulicht, fließt, während die Wechselstrom-Spannungsquelle 1360 an Eingangs-Anschlüsse 1320 und 1340 gekoppelt ist, Strom im Kondensator 1303, durch die Gleichrichterbrücke 1305 und stellt einen Strom in einer Wicklung 1331 eines Relais 1330 bereit. In dem Beispiel ist das Relais 1330 normalerweise vom geschlossenen Typ, wobei der Relaischalter 1332 geöffnet ist, wenn Strom in der Wicklung 1330 fließt. Wenn die Energiequelle 1360 von den Anschlüssen 1320 und 1340 entkoppelt wird, hört der Strom auf, in dem Kondensator 1303 und der Gleichrichterbrücke 1305 zu fließen. Der in der Wicklung 1331 fließende Strom fällt dann in einer durch den Wert des Kondensators 1301 bestimmten Zeit auf im Wesentlichen null. Wenn der Strom in der Wicklung 1331 unter einen Schwellpegel fällt, schließt sich der Schalter 1332 und entlädt den Kondensator 1302. In einem Beispiel könnten die Strombegrenzungswiderstände mit dem Schalter 1332 in Reihe gekoppelt sein, um Spitzenströme im Schalter 1332 zu begrenzen, wenn die elektrische Energiequelle als Erstes an die Eingangs-Anschlüsse gekoppelt wird und wenn der Schalter geschlossen wird, um den Kondensator 1302 zu entladen.

**[0078]** Im Allgemeinen ist ersichtlich, dass alle oben mit Bezug zu Fig. 1 bis Fig. 13 erörterten Lehren der vorliegenden Erfindung auf ein beliebiges an eine Quelle elektrischer Energie gekoppeltes System angewendet werden können, in dem die zwischen Eingangs-Anschlüssen der Schaltung gekoppelte Kapazität ein Risiko eines elektrischen Schlags bedeutet, falls sie weiter aufgeladen ist, wenn die Quelle elektrischer Energie vom Eingang zum System abgekoppelt wird.

**[0079]** Die obige Beschreibung veranschaulicht Beispiele der vorliegenden Erfindung, einschließlich der Beschreibung in der Kurzfassung, soll nicht ausschließlich sein oder die genauen Formen, die offenbart werden, nicht begrenzen. Während spezifische Ausführungsformen der und Beispiele für die Erfindung hierin zu Veranschaulichungszwecken beschrieben werden, sind verschiedene äquivalente Abwandlungen möglich, ohne vom Geist und vom Umfang der vorliegenden Erfindung im weiteren Sinne abzuweichen. Denn es ist ersichtlich, dass

die spezifischen Spannungen, Ströme, Frequenzen, Leistungsbereichswerte, Zeiten etc. zu Erklärungszwecken bereitgestellt sind und dass in anderen Ausführungsformen und Beispielen gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung auch andere Werte genutzt werden können.

**[0080]** Diese Abwandlungen können an Beispielen der Erfindung in Anbetracht der obigen detaillierten Beschreibung vorgenommen werden. Die in den folgenden Ansprüchen verwendeten Begriffe sollten nicht so ausgelegt werden, dass sie die Erfindung auf die spezifischen Ausführungsformen begrenzen, die in der Beschreibung und den Ansprüchen offenbart werden. Vielmehr ist der Umfang vollständig durch die folgenden Ansprüche zu bestimmen, die gemäß anerkannten Prinzipien der Anspruchsinterpretation auszulegen sind. Die vorliegende Beschreibung und die Figuren sind folglich als veranschaulichend und nicht als einschränkend anzusehen.

## AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0081]** Wenngleich die vorliegende Erfindung in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, sollte es sich verstehen, dass die vorliegende Erfindung (alternativ) auch gemäß den folgenden Ausführungsformen definiert werden kann:

1. Schaltung, umfassend:

eine Steuerschaltung, die an einen Eingang eines Leistungssystems gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um zu detektieren, ob eine elektrische Energiequelle an einen Eingang des Leistungssystems gekoppelt ist; und einen Schalter, der an die Steuerschaltung gekoppelt ist und an den Eingang des Leistungssystems gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter in einem ersten Betriebsmodus zu betreiben, wenn die elektrische Energiequelle an den Eingang des Leistungssystems gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter in einem zweiten Betriebsmodus zu betreiben, wenn die elektrische Energiequelle vom Eingang des Leistungssystems abgekoppelt ist, wobei eine zwischen Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungssystems gekoppelte Kapazität in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Energiequelle von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungssystems abgekoppelt ist, durch den Schalter auf eine Schwellspannung entladen wird.

2. Schaltung gemäß Ausführungsform 1, wobei ein Ausgang des Leistungssystems gekoppelt ist, um elektrische Energie bereitzustellen.

3. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 1 oder 2, wobei der Schalter gekoppelt ist, um einen Anlaufstrom für den Betrieb der Schaltung während einer Anlaufphase der Schaltung bereitzustellen.

4. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei ein Ausgang des Leistungssystems gekoppelt ist, um mechanische Energie bereitzustellen.

5. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei ein Ausgang des Leistungssystems gekoppelt ist, um optische Energie bereitzustellen.

6. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Schalter im ersten Betriebsmodus betrieben wird, um einen Fluss von Energie vom Eingang des Leistungssystems an einen Ausgang des Leistungssystems zu regeln.

7. Schaltung gemäß Ausführungsform 6, wobei der Schalter in einen Aus-Status betrieben wird, um einen Standby-Zustand bereitzustellen.

8. Schaltung gemäß Ausführungsform 6, wobei der Schalter betrieben wird, um eine Funktion einer Leistungsfaktorkorrektur-Steuerschaltung durchzuführen.

9. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die maximale Zeitspanne von einer Menge eines Energieflusses zwischen einem Eingang des Leistungssystems und einem Ausgang des Leistungssystems, bevor die elektrische Energiequelle vom Eingang des Leistungssystems abgekoppelt wird, unbeeinflusst ist.

10. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die Steuerschaltung im ersten Betriebsmodus gekoppelt ist, um den Schalter zu betreiben, damit er eine hohe durchschnittliche Impedanz aufweist.

11. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei ein Stromfluss durch die Schaltung im ersten Betriebsmodus weniger als 30  $\mu\text{A}$  beträgt.

12. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, die ferner nur zwei an einen externen Schaltungskomplex gekoppelte Anschlüsse umfasst.

13. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungssystems gekoppelte Kapazität einen oder mehrere X-Kondensatoren umfasst.

14. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die Steuerschaltung und der Schalter in einer integrierten Schaltung beinhaltet sind.

15. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Schalter über einen Ausgang einer Gleichrichterschaltung des Leistungssystems gekoppelt ist.

16. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Schalter ein Zweiwegschalter ist.

17. Schaltung gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Schalter einen

ersten MOSFET, der an einen zweiten MOSFET gekoppelt ist, umfasst.

18. Schaltung gemäß Ausführungsform 17, wobei der erste und der zweite MOSFET n-Kanal-MOSFETs sind.

19. Schaltung gemäß Ausführungsform 17 oder 18, wobei ein Drain des ersten MOSFETs an einen der Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungssystems gekoppelt ist, wobei ein Drain des zweiten MOSFETs an einen anderen der Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungssystems gekoppelt ist.

20. Schaltung gemäß Ausführungsform 19, wobei Quellen des ersten und des zweiten MOSFETs aneinander gekoppelt sind.

21. Schaltung gemäß Ausführungsform 17, wobei der erste oder der zweite MOSFET eingeschaltet ist, um die Kapazität in weniger als der maximalen Zeitspanne, wenn die elektrische Stromquelle von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungssystems abgekoppelt ist, auf die Schwellspannung zu entladen.

22. Schaltung, umfassend:

eine Steuerschaltung, die an einen Eingang eines Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um zu erfassen, ob eine elektrische Energiequelle über Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist; und

einen Schalter, der an die Steuerschaltung gekoppelt ist und an die Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter zu betreiben, damit er eine hohe durchschnittliche Impedanz aufweist, wenn die elektrische Energiequelle über die Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter zu betreiben, um eine zwischen Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelte Kapazität in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Energiequelle von den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers abgekoppelt ist, auf unter eine Schwellspannung zu entladen.

23. Schaltung gemäß der Ausführungsform 22, wobei die zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelte Kapazität einen oder mehrere X-Kondensatoren umfasst.

24. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 22 oder 23, wobei die Steuerschaltung und der Schalter in einer integrierten Schaltung beinhaltet sind.

25. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 22 bis 24, wobei der Schalter über einen Ausgang einer Gleichrichterschaltung des Leistungswandlers gekoppelt ist.

26. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 22 bis 25, wobei der Schalter eine Stromquelle umfasst.

27. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 22 bis 26, wobei die elektrische Energiequelle eine Wechselstrom-Spannungsquelle ist.

28. Schaltung, umfassend:

eine Steuerschaltung, die gekoppelt ist, um zu detektieren, ob eine elektrische Energiequelle an einen Eingang eines Leistungswandlers gekoppelt ist; und

einen Schalter, der an die Steuerschaltung gekoppelt ist und an den Eingang des Leistungssystems gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter in einem ersten Betriebsmodus zu betreiben, um Energie vom Eingang des Leistungswandlers an einen Ausgang des Leistungswandlers zu übertragen, wenn die elektrische Energiequelle an den Eingang des Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter in einem zweiten Betriebsmodus zu betreiben, wenn die elektrische Energiequelle vom Eingang des Leistungswandlers abgekoppelt ist, wobei eine zwischen Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelte Kapazität in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die elektrische Energiequelle von den Eingangs-Anschlüssen des Leistungswandlers abgekoppelt ist, auf eine Schwellspannung entladen wird.

29. Schaltung gemäß Ausführungsform 28, wobei ein erster Betriebsmodus einen Standby-Zustand beinhaltet, in dem der Schalter in einen Aus-Status betrieben wird.

30. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 28 oder 29, wobei der Leistungswandler ein Boost-Wandler und/oder ein Sperrwandler und/oder ein Durchflusswandler und/oder ein LLC-Wandler ist.

31. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 28 bis 30, wobei die Schwellspannung ein Pegel einer Sicherheits-Kleinspannung (Safety Extra Low Voltage, SELV) ist.

32. Schaltung, umfassend:

eine Steuerschaltung, die an einen Eingang eines Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um zu erfassen, ob eine Wechselstrom-Spannungsquelle über Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist; und

einen Schalter, der an die Steuerschaltung gekoppelt ist und an die Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter in einer hohen durchschnittlichen Impedanz zu betreiben, wenn die Wechselstrom-Spannungsquelle über die Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers ist, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Schalter zu be-

treiben, um eine zwischen Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelte Kapazität in weniger als einer maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die Wechselstrom-Spannungsquelle von den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers abgekoppelt ist, auf unter eine Schwellspannung zu entladen, wobei die Steuerschaltung und der Schalter in einer integrierten Schaltung beinhaltet sind.

33. Schaltung gemäß Ausführungsform 32, wobei die integrierte Schaltung eine einzige monolithisch integrierte Schaltung ist, welche die Steuerschaltung und den Schalter beinhaltet.

34. Schaltung gemäß Ausführungsform 32 oder 33, wobei die integrierte Schaltung eine Block-Baugruppe einer integrierten Schaltung ist, welche die Steuerschaltung und den Schalter beinhaltet.

35. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 34, wobei der Schalter zwei MOSFETs umfasst, wobei einer der zwei MOSFETs eingeschaltet ist, um die zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelte Kapazität in weniger als der maximalen Zeitspanne ab dann, wenn die Wechselstrom-Spannungsquelle von den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungswandlers abgekoppelt ist, auf unter die Schwellspannung zu entladen.

36. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 35, wobei der Schalter ein Zweiwegschalter ist.

37. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 36, wobei der Schalter eine Stromquelle beinhaltet.

38. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 37, wobei die Steuerschaltung eine Zeitgeberschaltung beinhaltet, die gekoppelt ist, um reagierend auf eine Umkehrung der Polarität der Wechselstrom-Spannungsquelle zurückgesetzt zu werden, wenn die Wechselstrom-Spannungsquelle über Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist.

39. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 38, die ferner eine interne Versorgungsschiene umfasst, die gekoppelt ist, um reagierend auf eine Umkehrung der Polarität der Wechselstrom-Spannungsquelle, wenn die Wechselstrom-Spannungsquelle über Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist, auf einen Pegel unter einem Rücksetzpegel entladen zu werden.

40. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 39, wobei die integrierte Schaltung nur zwei externe Anschlüsse beinhaltet.

41. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 40, wobei mindestens einer der zwei externen Anschlüsse durch einen Widerstand an einen der Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungswandlers gekoppelt ist.

42. Schaltung gemäß einer der Ausführungsformen 32 bis 41, wobei die integrierte Schaltung vier externe Anschlüsse beinhaltet, wobei ein erster der vier externen Anschlüsse ein Erdbezugsanschluss ist, wobei ein zweiter der vier externen Anschlüsse ein Anschluss einer internen Versorgungsschiene ist und wobei der Schalter zwischen dem dritten und dem vierten externen Anschluss gekoppelt ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 5285369 [\[0031\]](#)

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- EN60950-1 [\[0004\]](#)

### Schutzansprüche

1. Entladeschaltung (**104, 204, 504**) umfassend: eine Steuerschaltung ausgelegt um an einen Eingang eines Leistungsversorgungssystems gekoppelt zu werden, wobei die Steuerschaltung dafür ausgelegt ist, zu detektieren, ob eine elektrische Energiequelle an einen Eingang des Leistungsversorgungssystems gekoppelt ist; und einen Wechselstromschalter (**130, 230, 530**), der an die Steuerschaltung gekoppelt ist und dafür ausgelegt ist, an den Eingang des Leistungsversorgungssystems gekoppelt zu werden, wobei die Steuerschaltung ausgelegt ist, den Wechselstromschalter in einem ersten Betriebsmodus zu betreiben wenn die elektrische Energiequelle an den Eingang des Leistungsversorgungssystems gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung ausgelegt ist, den Wechselstromschalter in einem zweiten Betriebsmodus zu betreiben wenn die elektrische Energiequelle von dem Eingang des Leistungsversorgungssystems abgekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung ausgelegt ist, eine Kapazität, die zwischen Eingangs-Anschlüssen (**120, 140, 220, 240**) des Eingangs des Leistungsversorgungssystems durch den Wechselstromschalter auf eine Schellspannung zu entladen in weniger als einer vorbestimmten Zeitspanne wenn die elektrische Energiequelle von dem Eingang des Leistungsversorgungssystems abgekoppelt ist.

2. Entladeschaltung gemäß Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung gekoppelt ist, um den Wechselstromschalter mit einer hohen durchschnittlichen Impedanz in dem ersten Betriebsmodus zu betreiben.

3. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Stromfluss durch die Entladeschaltung weniger als 30  $\mu\text{A}$  beträgt in dem ersten Betriebsmodus.

4. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Entladeschaltung dafür ausgelegt ist, einen oder mehrere X-Kondensatoren zu entladen.

5. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung und die Entladeschaltung in einem integrierten Schaltkreis beinhaltet sind.

6. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Wechselstromschalter einen ersten MOSFET und einen zweiten MOSFET umfasst.

7. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung zumindest eine Zener-Diode, die an einen Gate-An-

schluss des ersten MOSFETs gekoppelt ist und zumindest eine Zener-Diode, die an einen Gate-Anschluss des zweiten MOSFETs gekoppelt ist umfasst.

8. Entladeschaltung gemäß Anspruch 7, wobei eine erste Zener-Diode zwischen dem Gate-Anschluss und einem Source-Anschluss des ersten MOSFETs gekoppelt ist und eine zweite Zener-Diode zwischen dem Gate-Anschluss und einem Source-Anschluss des zweiten MOSFETs gekoppelt ist.

9. Entladeschaltung gemäß irgendeinem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der erste und der zweite MOSFET n-Kanal MOSFETs sind.

10. Entladeschaltung gemäß irgendeinem der Ansprüche 6 bis 9, wobei ein Drain-Anschluss des ersten MOSFETs ausgelegt ist, um an eine oder mehrere Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungsversorgungssystems gekoppelt zu werden, wobei ein Drain-Anschluss des zweiten MOSFETs ausgelegt ist, um an einen anderen der Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungsversorgungssystems gekoppelt zu werden.

11. Entladeschaltung gemäß irgendeinem der Ansprüche 6 bis 10, wobei Source-Anschlüsse der ersten und zweiten MOSFETs miteinander verbunden sind.

12. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung dafür ausgelegt ist zu erfassen, dass eine Spannung zwischen den Eingangs-Anschlüsse des Eingangs des Leistungsversorgungssystems sich innerhalb einer maximalen Zeitspanne umkehrt, um zu bestimmen, dass eine elektrische Energiequelle an das Leistungsversorgungssystem gekoppelt ist.

13. Entladeschaltung gemäß Anspruch 12, wobei die Steuerschaltung dafür ausgelegt ist, zu bestimmen, dass eine elektrische Energiequelle nicht mehr mit dem Leistungsversorgungssystem verbunden ist wenn die Spannung zwischen den Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungsversorgungssystems sich nicht innerhalb einer maximalen Zeitspanne umkehrt.

14. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung dafür ausgelegt ist, den Wechselstromschalter in einen EIN-Zustand zu treiben in dem zweiten Betriebsmodus um die Kapazität, die zwischen Eingangs-Anschlüssen des Eingangs des Leistungsversorgungssystems gekoppelt ist, zu entladen.

15. Entladeschaltung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung dafür ausgelegt ist, um den Wechselstromschalter in einem

AUS-Zustand zu halten in dem ersten Betriebs-Modus.

16. Entladeschaltung gemäß Anspruch 15, wobei eine Impedanz der Entladeschaltung höher als 3 MW ist gemittelt über eine Zeitspanne von mindestens 100  $\mu$ s.

17. Entladeschaltung gemäß irgendeinem der Ansprüche 6 bis 11, wobei in dem zweiten Betriebszustand einer der ersten und zweiten MOSFETs angeschaltet ist, um die Kapazität auf die Schwellspannung zu entladen in weniger als der maximalen Zeitspanne wenn die elektrische Energiequelle von dem Eingang des Leistungsversorgungssystems abgekoppelt ist.

18. Entladeschaltung gemäß Anspruch 17, wobei die Entladeschaltung ausgelegt ist, so dass ein Entladestrom durch einen Kanal eines der ersten und zweiten MOSFETs, der angeschaltet ist, fließen kann und durch eine Body-Diode des anderen der ersten und zweiten MOSFETs, um die Kapazität zu entladen.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

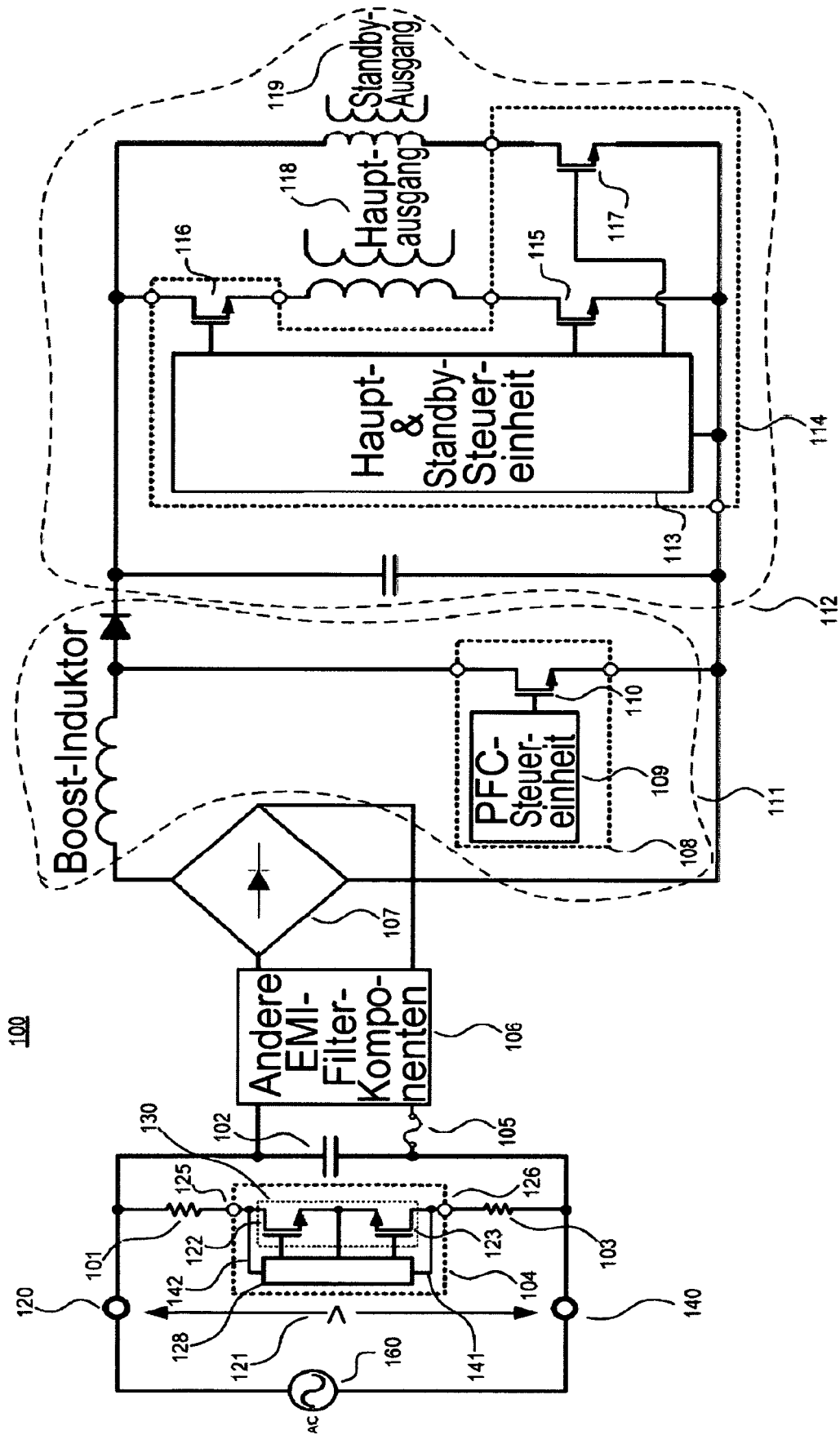


FIG. 1

200

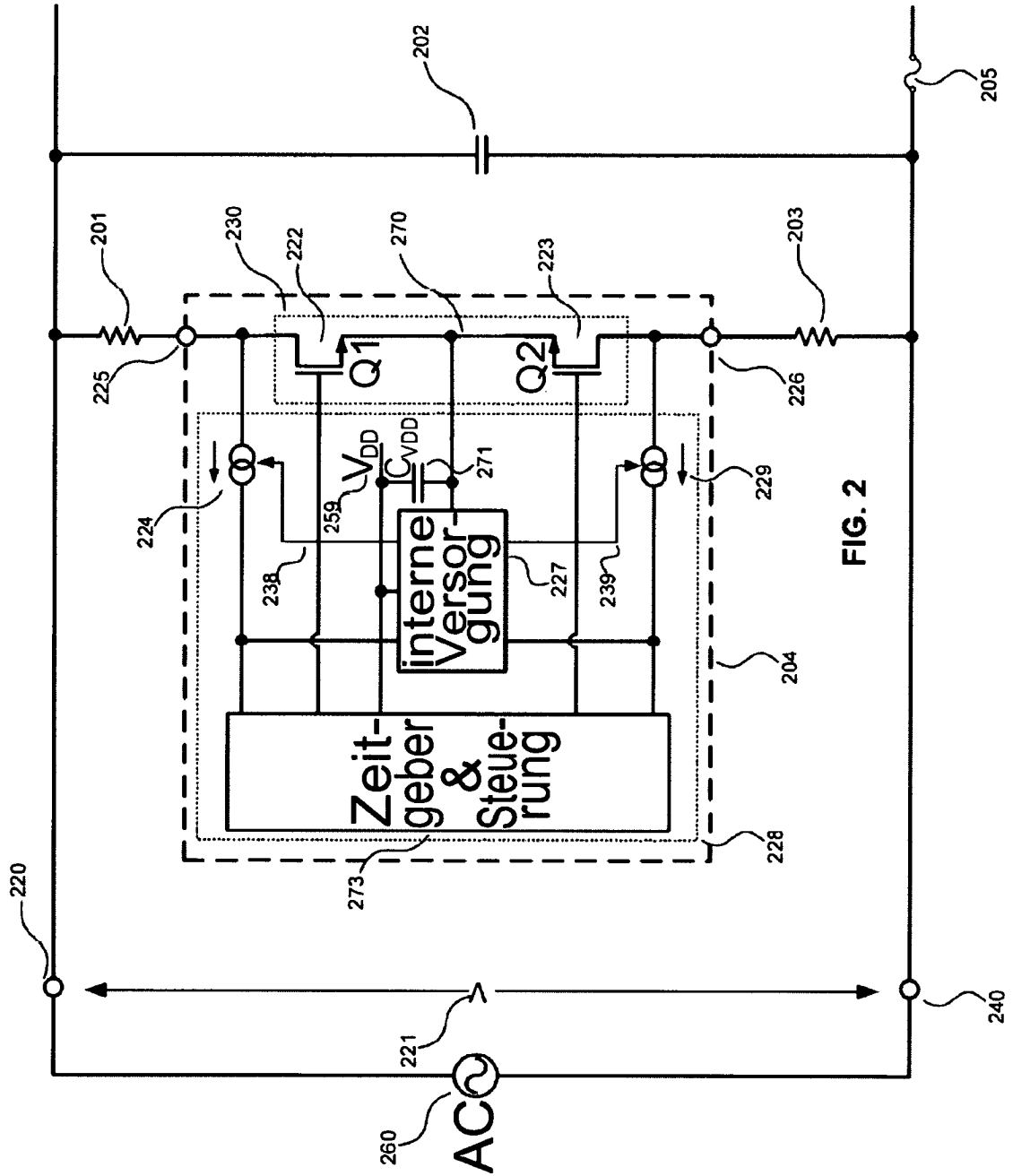


FIG. 2

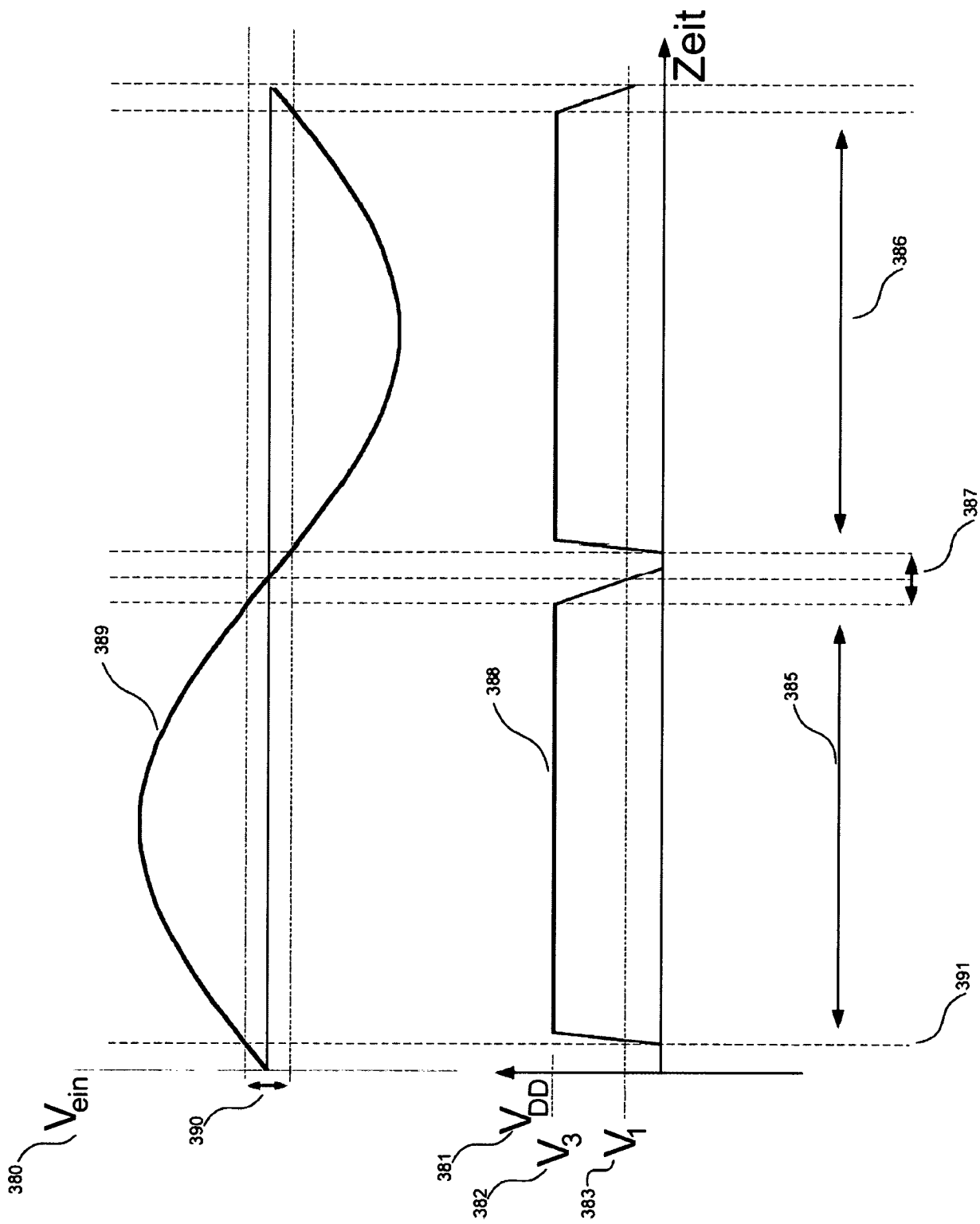


FIG. 3

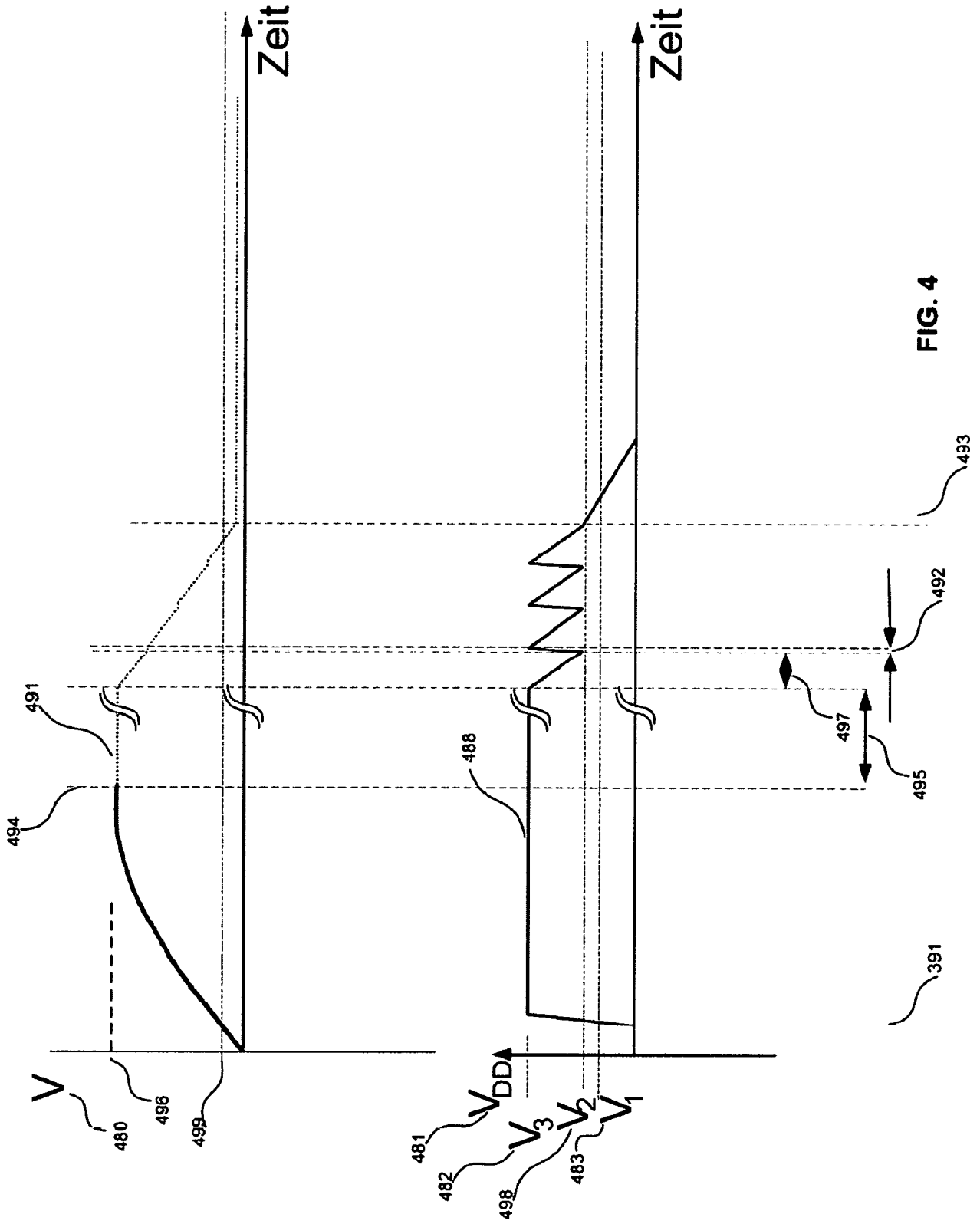


FIG. 4

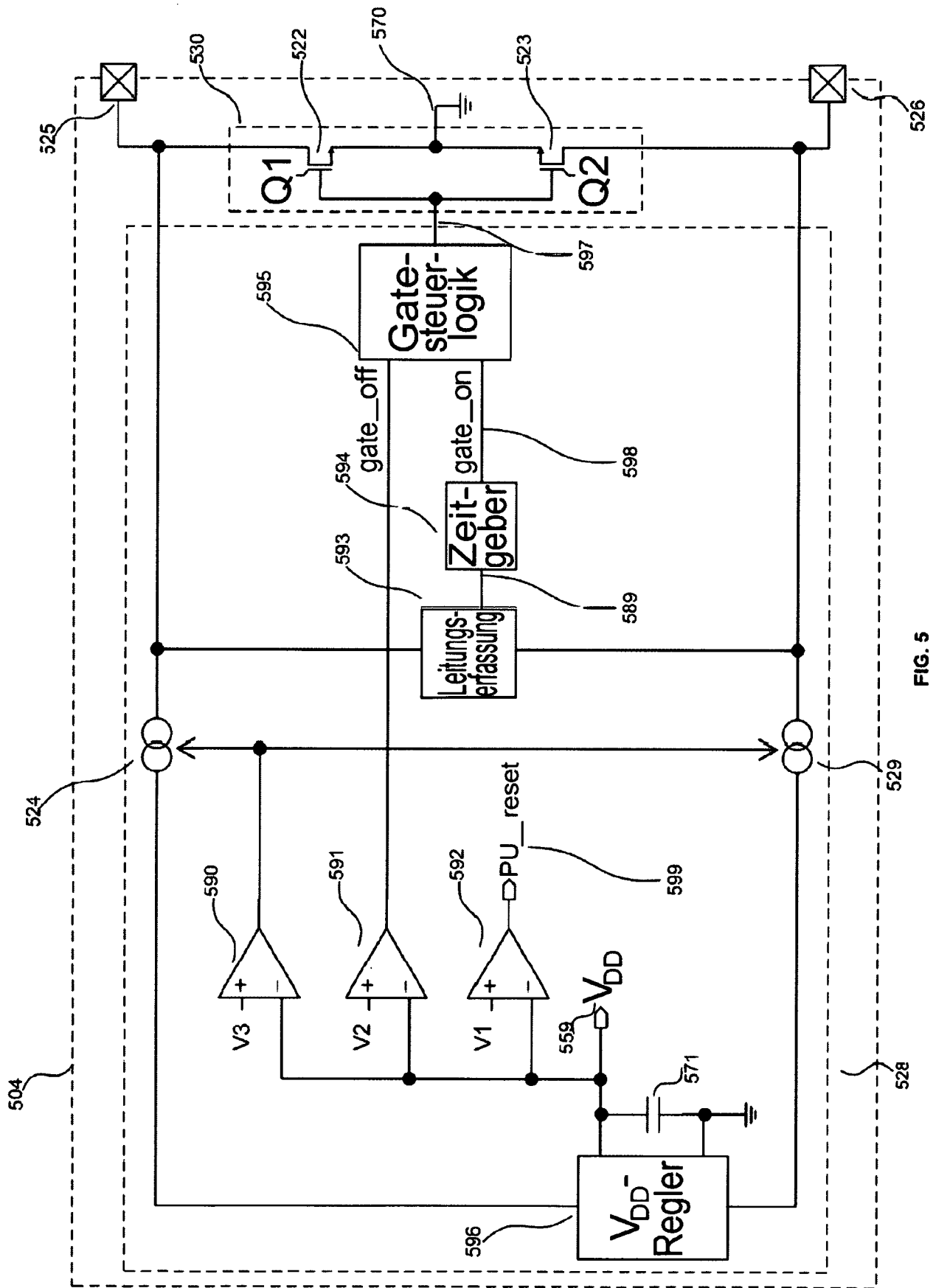


FIG. 5

660

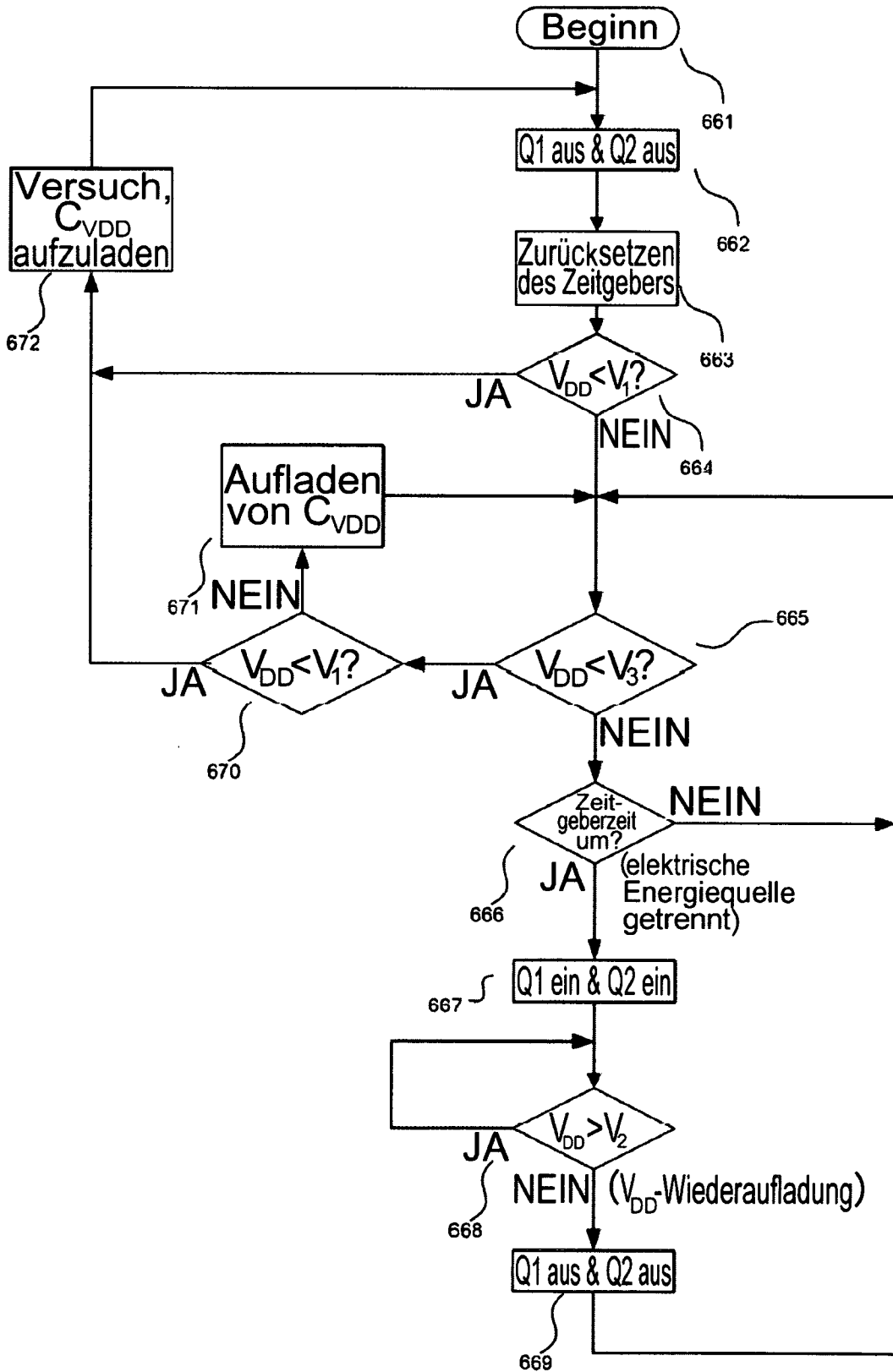


FIG. 6

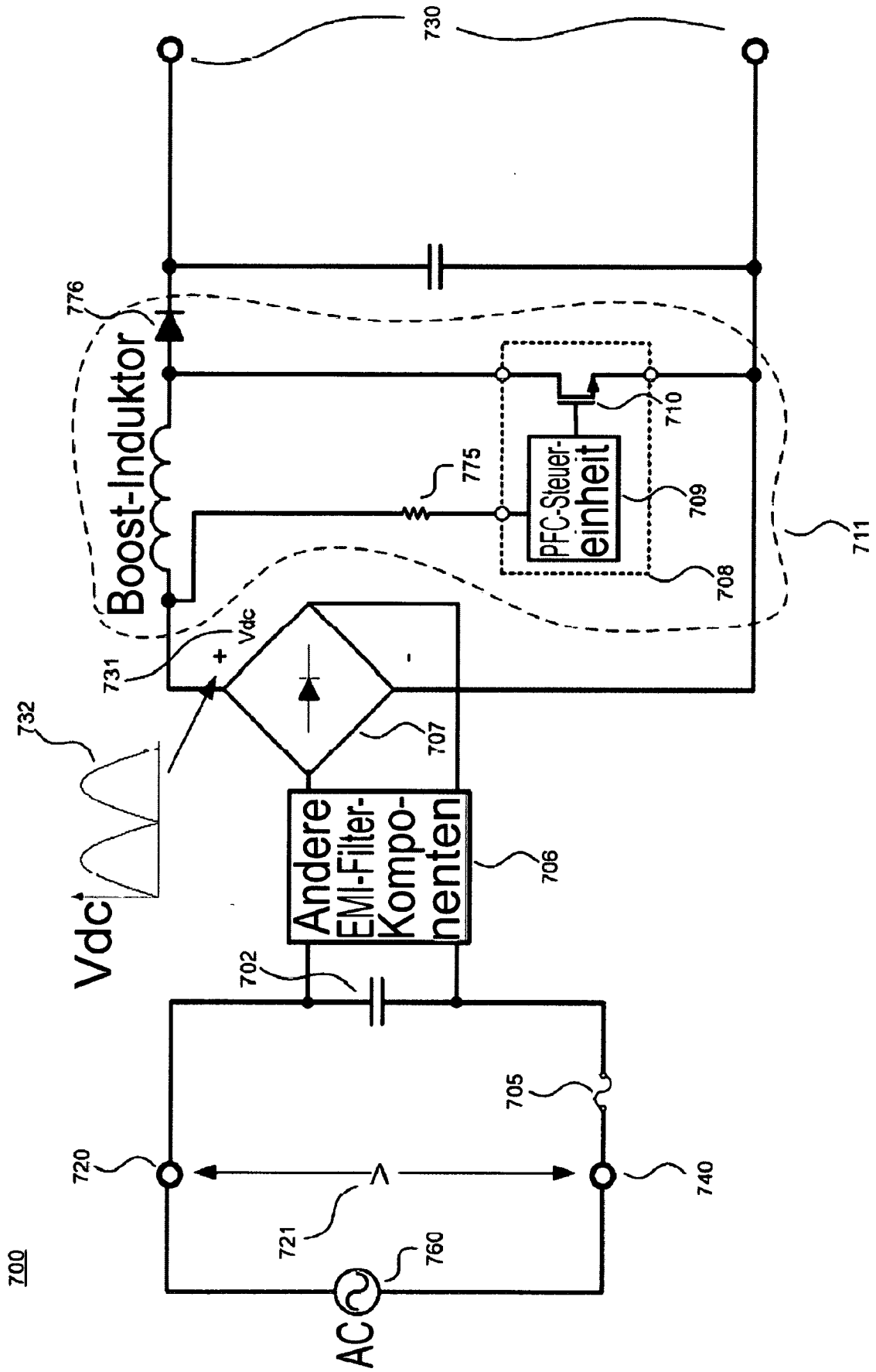


FIG. 7

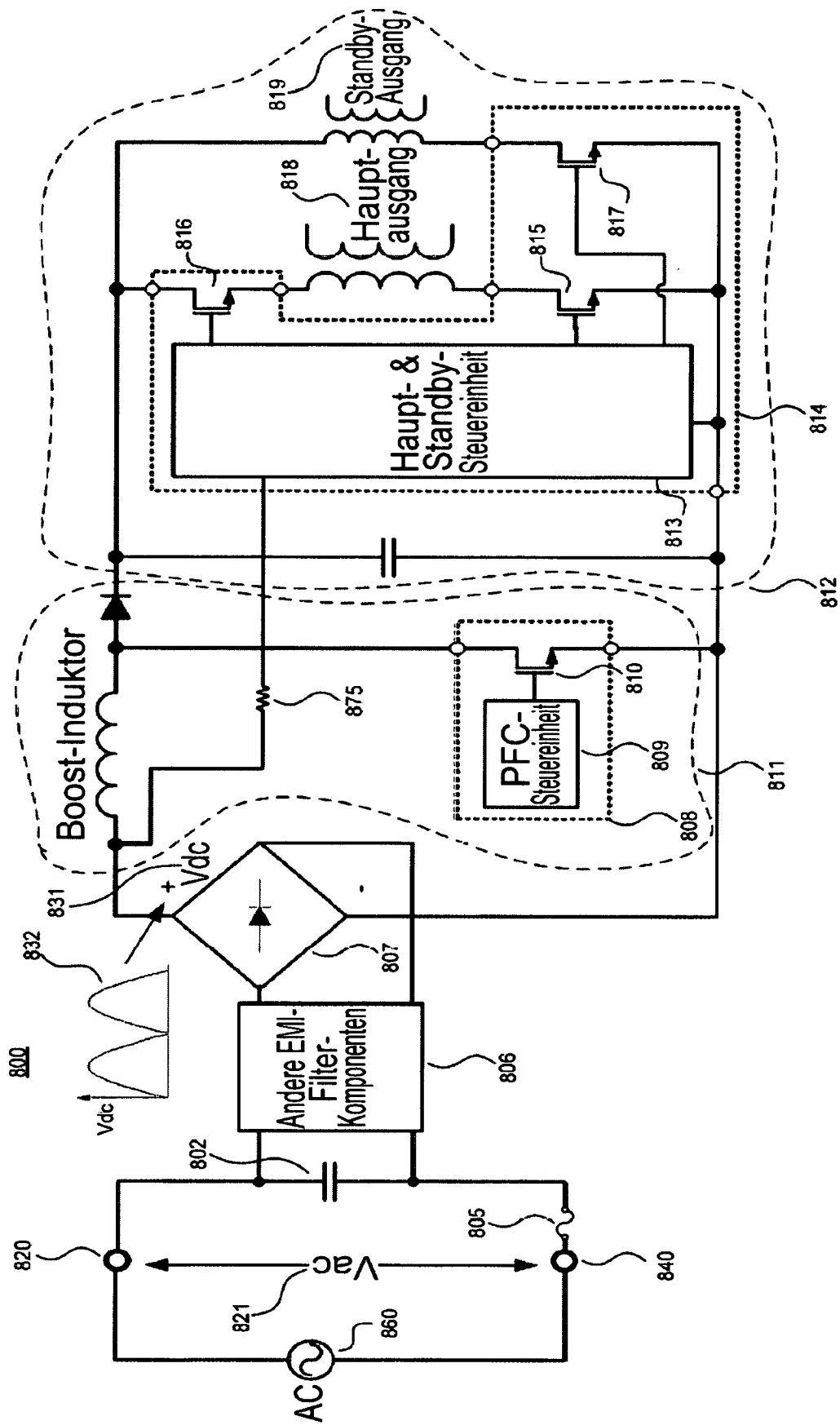


FIG. 8

960

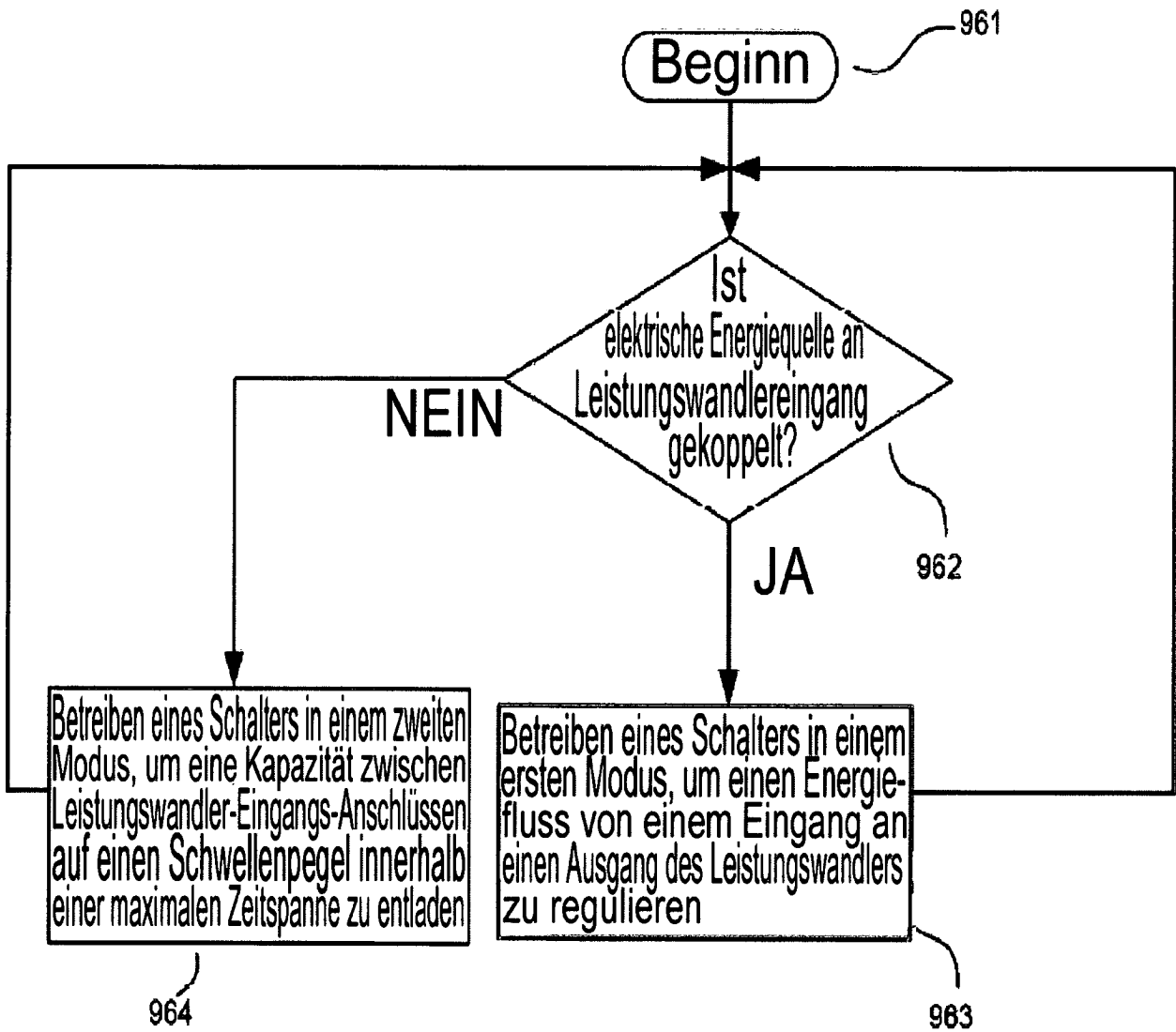


FIG. 9

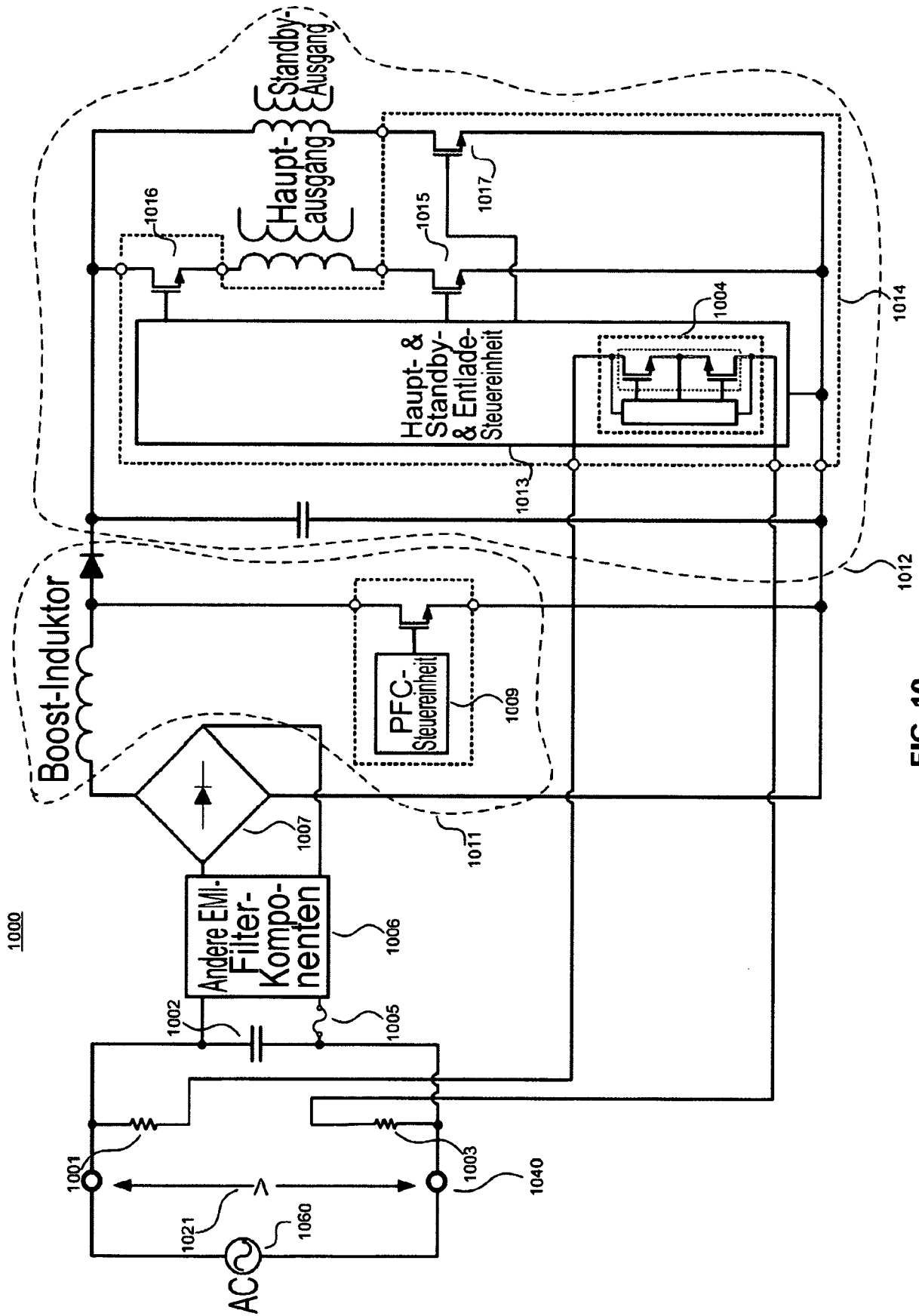


FIG. 10

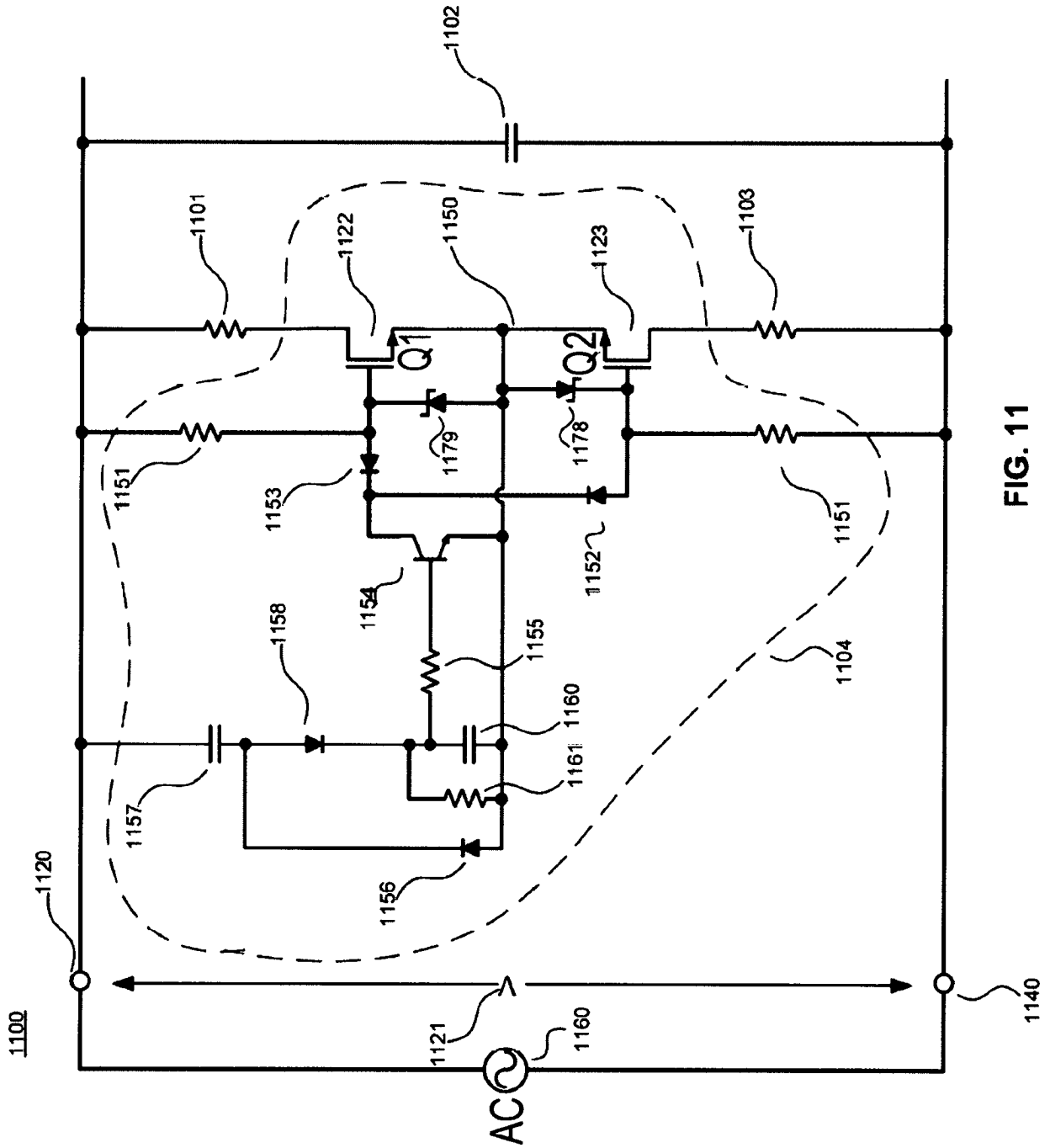


FIG. 11

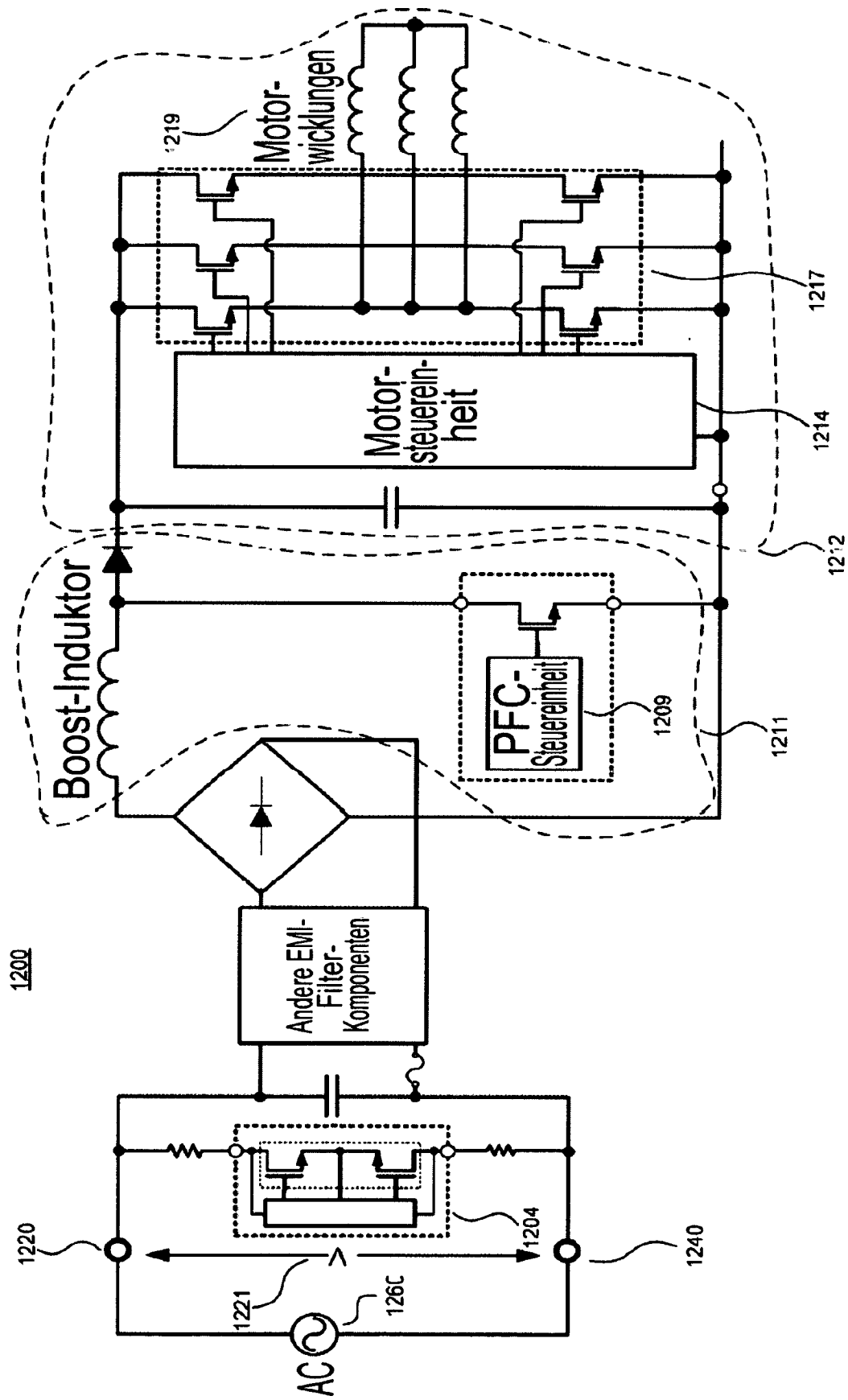


FIG. 12

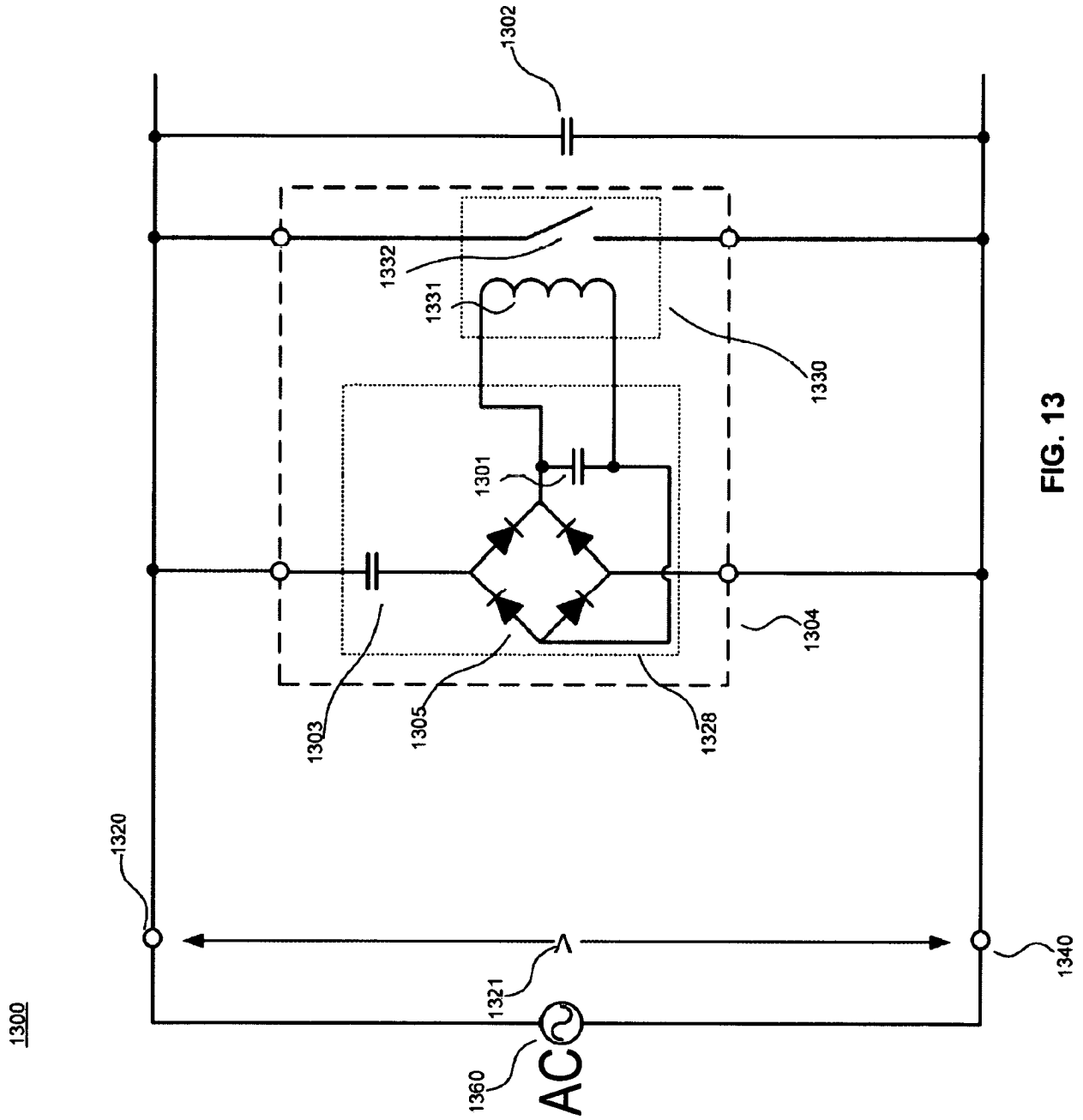


FIG. 13