



(10) **DE 10 2015 119 830 A1** 2016.05.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 830.4**

(22) Anmeldetag: **17.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**

(51) Int Cl.: **H02M 1/32 (2007.01)**

**H02H 7/125 (2006.01)**

**H02H 3/14 (2006.01)**

**H05B 37/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**62/080,777**      **17.11.2014**    **US**  
**14/929,029**      **30.10.2015**    **US**

(74) Vertreter:

**Westphal, Mussgnug & Partner Patentanwälte mit  
beschränkter Berufshaftung, 80331 München, DE**

(71) Anmelder:

**Infineon Technologies Austria AG, Villach, AT**

(72) Erfinder:

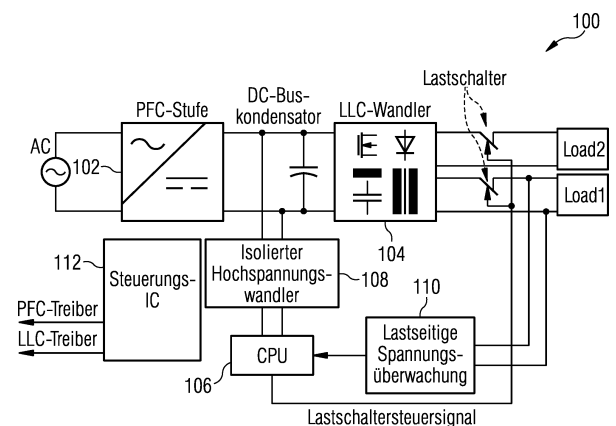
**Yu, Weifu, Singapur, SG; Zhang, Guoxing,  
Singapur, SG; Agarwal, Nitin, Singapur, SG; Mao,  
Ming Ping, Singapur, SG**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren für eine getaktete Leistungsversorgung**

(57) Zusammenfassung: Gemäß einer Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Betreiben einer Leistungsversorgung das Detektieren eines Verlusts wenigstens eines von einer AC-Eingangsspannung oder einer AC-Eingangsleistung an einem Eingang der Leistungsversorgung und Erhöhen einer Schaltfrequenz der Leistungsversorgung bei der Detektion des Verlusts der AC-Eingangsspannung oder AC-Eingangsleistung.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein eine elektronische Vorrichtung und insbesondere ein System und Verfahren für eine getaktete Leistungsversorgung.

**[0002]** Leistungsversorgungssysteme sind in vielen elektronischen Anwendungen von Computern bis zu Automobilen allgegenwärtig. Im Allgemeinen werden Spannungen innerhalb eines Leistungsversorgungssystems erzeugt, indem eine DC/DC-, DC/AC- und/oder DC/AC-Wandlung durch Betätigen eines Schalters, der an eine Spule oder Transformator als Last angeschlossen ist, durchgeführt wird. Eine Klasse solcher Systeme umfasst getaktete Leistungsversorgungen (Switched Mode Power Supplies, SMPS). Ein SMPS ist in der Regel effizienter als andere Arten von Leistungswandlungssystemen, da die Leistungswandlung durch gesteuertes Laden und Entladen der Spule oder Transformators durchgeführt wird und den Energieverlust aufgrund von Verlustleistung in resistiven Spannungsabfällen reduziert.

**[0003]** Ein SMPS umfasst in der Regel wenigstens einen Schalter und eine Spule oder Transformator. Einige spezielle Topologien umfassen unter anderem Buck-Wandler, Boost-Wandler und Sperrwandler. Eine Steuerschaltung wird gewöhnlich zum Öffnen und Schließen des Schalters verwendet, um die Spule zu laden und zu entladen. In einigen Anwendungen wird der Strom, welcher der Last zugeführt wird, und/oder die Spannung, welche der Last zugeführt wird, über eine Rückkopplungsschleife gesteuert.

**[0004]** Eine Anwendung eines SMPS ist als eine Leistungsversorgung für eine Leuchtdiode (LED, Light Emitting Diode), wie sie in Wohn- und kommerziellen Beleuchtungsanwendungen verwendet wird, um Glühlampen und Kompaktleuchtstofflampen (CFL, Compact Fluorescent Lamp) zu ersetzen. In einigen Anwendungen wird ein SMPS verwendet, um eine AC-Leitungsspannung in einen DC-Strom umzuwandeln, um die LED zu betreiben.

**[0005]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Betreiben einer Leistungsversorgung das Detektieren eines Verlusts wenigstens eines von einer AC-Eingangsspannung oder einer AC-Eingangsleistung an einem Eingang der Leistungsversorgung und Erhöhen einer Schaltfrequenz der Leistungsversorgung bei der Detektion des Verlusts der AC-Eingangsspannung oder AC-Eingangsleistung.

**[0006]** Für ein umfassenderes Verständnis der vorliegenden Erfindung und deren Vorteile wird nun auf die folgenden Beschreibungen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, in denen:

**[0007]** Fig. 1 ein beispielhaftes Leistungsversorgungssystem veranschaulicht;

**[0008]** Fig. 2 eine Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems veranschaulicht;

**[0009]** Fig. 3 ein Wellenformdiagramm veranschaulicht, welches den Betrieb einer Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems zeigt;

**[0010]** Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Leistungsfaktorkorrekturstufe veranschaulicht;

**[0011]** Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Spule-Spule-Kondensator-(LLC)-Resonanzleistungswandlers veranschaulicht;

**[0012]** Fig. 6 eine Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems veranschaulicht; und

**[0013]** Fig. 7 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens veranschaulicht.

**[0014]** Entsprechende Zahlen und Symbole in verschiedenen Figuren beziehen sich im Allgemeinen auf entsprechende Teile, sofern nicht anders angegeben. Die Figuren wurden gezeichnet, um die relevanten Aspekte der bevorzugten Ausführungsformen deutlich zu veranschaulichen, und sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet. Um bestimmte Ausführungsformen deutlicher zu veranschaulichen, kann nach der Nummer einer Figur ein Buchstabe folgen, welcher Variationen der gleichen Struktur, des gleichen Materials oder des gleichen Prozessschritts anzeigt.

**[0015]** Die Herstellung und Verwendung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen werden unten detailliert erörtert. Es ist jedoch anzumerken, dass die vorliegende Erfindung viele anwendbare erfindungsgemäße Konzepte bereitstellt, welche in einer großen Vielfalt spezieller Kontexte ausgeführt werden können. Die erörterten speziellen Ausführungsformen veranschaulichen lediglich spezielle Arten der Herstellung und Verwendung der Erfindung und begrenzen nicht den Schutzbereich der Erfindung.

**[0016]** Die vorliegende Erfindung wird in Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen in einem speziellen Kontext beschrieben, ein System und ein Verfahren für ein Schaltnetzteil mit einer Schaltleistungsfaktorkorrektur (PFC, Power Factor Correction) gefolgt von einem Resonanz-DC/DC-Leistungswandler. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können auch auf andere Schaltnetzteilkonfigurationen und andere Systeme und Anwendungen angewendet werden, einschließlich anderer Schaltungen, einschließlich Leistungssysteme, aber nicht darauf beschränkt.

**[0017]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Leistungsversorgungssystem, welches einen AC/DC-Wandler der ersten Stufe gefolgt von einem Resonanz-DC/DC-Wandler umfasst, dazu ausgebildet, einen Verlust der AC-Eingangsleistung zu detektieren und Leistung an einem Teil einer Lastschaltung für eine Zeitperiode, nachdem die AC-Eingangsleistung verloren gegangen ist, beizubehalten. In einer Ausführungsform detektiert eine primärseitige Steuerung den Verlust der AC-Eingangsleistung durch Überwachen eines gleichgerichteten Eingangssignals und/oder Vergleichen eines Ausgangs des AC/DC-Wandlers mit einem Schwellenwert. Wenn der Verlust der AC-Eingangsleistung detektiert wird, wird ein Schaltsignal, welches dem AC/DC-Wandler bereitgestellt wird, deaktiviert und ein Schaltsignal, welches dem Resonanz-DC/DC-Wandler bereitgestellt wird, in der Frequenz erhöht.

**[0018]** Diese Erhöhung der Frequenz bewirkt einen transienten Abfall in einer Ausgangsspannung des Resonanz-DC/DC-Wandlers. Dieser Übergangsspannungsabfall kann von einer Lastschaltung detektiert werden, welche mit einem Ausgang des Resonanz-DC/DC-Wandlers gekoppelt ist, und als Signal verwendet werden, um eine Power-Down-Sequenz einzuleiten. Solch eine Power-Down-Sequenz kann das Schreiben von Daten in den Speicher umfassen. In einigen Ausführungsformen kann diese Lastschaltung von einem Spannungsregler bereitgestellt sein, welcher zwischen dem Ausgang des Resonanz-DC/DC-Wandlers und der Lastschaltung gekoppelt ist. Dementsprechend kann die geregelte Spannung, welche vom Spannungsregler bereitgestellt wird, während der Dauer der Abschaltprozedur effektiv konform bleiben.

**[0019]** Fig. 1 veranschaulicht ein beispielhaftes getaktetes Leistungsversorgungssystem **100**, welches verwendet werden kann, um Leistung an ein elektronisches System bereitzustellen, wie beispielsweise einen Flachbildschirm oder ein Fernsehgerät. Wie gezeigt, umfasst das Leistungsversorgungssystem **100** zwei Stufen: eine Leistungsfaktorkorrektur(PFC, Power Factor Correction)-Stufe **102** gefolgt von einer getakteten Resonanzmodus-Leistungsversorgung **104**, wie beispielsweise eine Spule-Induktor-Kondensator-LLC-Leistungsversorgungswandler. Die PFC-Stufe **102** ist dazu ausgebildet, eine AC-Leitungsspannung in eine DC-Busspannung umzuwandeln, während die LLC-Stufe **104** dazu ausgebildet ist, den DC-Bussspannungsausgang der PFC-Stufe **102** in einen oder mehrere DC-Leistungsausgänge für das System umzuwandeln. Wie gezeigt, umfasst der LLC-Leistungsversorgungswandler **102** zwei Ausgänge, welche mit Lasten gekoppelt sind, die als Load1 und Load2 repräsentiert sind. In einem System, wie beispielsweise einem Flachbildschirmfernsehgerät, kann Load1 Audioschaltungen repräsentieren, während Load2

einen Leistungsversorgungsausgang repräsentieren kann, welcher mit Hintergrundbeleuchtungsschaltungen gekoppelt ist. Wie gezeigt, stellt der Ausgang des LLC-Leistungsversorgungswandlers **104**, welcher mit Load1 gekoppelt ist, auch Leistung an den CPU-Block **106** bereit, der repräsentativ für digitale Steuerschaltungen einer bestimmten Anwendung ist. In verschiedenen Systemen werden die PFC-Stufe **102** und der LLC-Wandler **104** von der Steuerungs-IC **112** gesteuert.

**[0020]** In einem Fall, beispielsweise einem Leistungsversorgungssystem, welches verwendet wird, um Leistung an ein mittelgroßes bis großes LED-Fernsehgerät bereitzustellen, kann der LLC-Leistungsversorgungswandler **104** dazu ausgebildet sein, mehrere Spannungsausgänge bereitzustellen, um die Audioschaltungen, LED-Treiber und LED-Hintergrundbeleuchtung zu versorgen. Zusätzlich kann eine niedrigere Spannung, wie beispielsweise 3,5 V, verwendet werden, um einen Prozessor, wie beispielsweise einen Mikrocontroller, auf der Hauptplatine des Fernsehgeräts zu versorgen.

**[0021]** In vielen Systemen, wie beispielsweise Flachbildschirmfernsehgeräten, sind Schaltungen umfasst, um den Verlust von AC-Leistung im System zu detektieren und dann eine Abschaltsequenz nach Detektieren des AC-Leistungsverlusts auszuführen. Diese Abschaltsequenz kann beispielsweise das Schreiben von Daten in einen Speicher umfassen. Im Falle eines Fernsehgeräts kann der vorherige Zustand des Fernsehers in einen Speicher geschrieben werden, so dass, wenn Leistung erneut am System angewendet wird, das Fernsehgerät in seinem vorherigen Zustand startet. Solche Daten können Kanalauswahleinstellungen, Audiomoduseinstellungen, Farbeinstellungen, Kontrasteinstellungen und dergleichen umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Im beispielhaften System von Fig. 1 ist ein isolierter Hochspannungsleistungswandler **108** zwischen dem DC-Busausgang der PFC-Stufe **102** und der CPU **106** gekoppelt. Der isolierte Hochspannungsleistungswandler **108** kann unter Verwendung eines Sperrhilfswandlers implementiert werden, welcher verschiedene passive Vorrichtungen, einen Transformator, einen Optokoppler und andere Komponenten umfassen kann. Wenn ein Leistungsverlust von der CPU **106** festgestellt wird, entweder über den isolierten Hochspannungsleistungswandler **108** oder die lastseitigen Spannungsüberwachungsschaltungen **110**, öffnet die CPU **106** die Lastschalter, welche zwischen den Ausgängen des LLC-Wandlers und den entsprechenden Lasten Load1 und Load2 gekoppelt sind, um Leistung lange genug zu sparen, um die Abschaltsequenz abzuschließen. Dieser isolierte Hochspannungsleistungswandler **108** kann auch verwendet werden, um Standby-Leistung an die CPU **106** bereitzustellen, beispielsweise wenn der Benutzer des Fernsehers

den Fernseher über eine Fernbedienung „ausschaltet“. Während dieses Standby-Modus wird der LLC-Wandler **104** abgeschaltet, um Leistung zu sparen, aber Leistung wird an der CPU **106** erhalten, beispielsweise um Standby-Vorgänge wie Betriebstakt-schaltungen und Polling eines IR-Fernbedienungs-sensors durchzuführen.

**[0022]** Wenn die AC-Eingangsspannung vollständig entfernt ist, beginnt jedoch die DC-Busspannung, am Ausgang der PFC abzunehmen. Sobald die DC-Busspannung am Ausgang der PFC-Stufe **102** jedoch den Unterspannungspunkt (UVP, Under Voltage Point) des LLC-Wandlers kreuzt, stoppt der LLC-Wandler **104** das Schalten, um zu verhindern, dass der LLC-Wandler **104** in einen kapazitiven Betriebsmodus übergeht, was zum harten Schalten des LLC-Wandlers **104** führen kann, wenn der Bus auf einen Niederspannungspegel abfällt. In einer solchen Situation kann die Ausgangsspannung des LLC-Wandlers **104** die Regelung verlieren und die Spannung verringern. In einem Fall, sobald der Abfall der Ausgangsspannung durch den lastseitigen Spannungsüberwachungsblock **110** detektiert wird, beispielsweise wenn eine nominale 12-V-Ausgangsspannung unter **10 V** fällt, initiiert die CPU **106** eine Abschaltsequenz und beginnt, Daten zu speichern. Diese Abschalt- und Datenspeichersequenz kann bis zum Abschluss zwischen einer halben Sekunde bis etwa eine Sekunde dauern, was bedeutet, dass die Leistung an die CPU **106** während der Dauer dieser Abschalt- und Datenspeichersequenz erhalten werden muss.

**[0023]** Fig. 2 veranschaulicht ein getaktetes Leistungsversorgungssystem **200** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie gezeigt, umfasst die Ausführungsform des getakteten Leistungsversorgungssystems eine PFC **202** gefolgt von einem LLC-Wandler **204**. In einer bestimmten alternativen Ausführungsform kann der LLC-Wandler **204** unter Verwendung einer anderen Art von Resonanzleistungswandlerschaltung, wie beispielsweise Serienresonanzleistungswandler, implementiert werden. Darüber hinaus kann die PFC **202** unter Verwendung eines AC/DC-Wandlers implementiert werden, welcher keine Leistungsfaktorkorrektur bereitstellt.

**[0024]** Im veranschaulichten Beispiel weist der LLC-Wandler **204** zwei Leistungsversorgungsausgangsanschlüsse auf, welche mit Lasten gekoppelt sind, die durch die Blöcke Load1 und Load2 repräsentiert sind. Es sollte verstanden werden, dass der LLC-Wandler **204** in alternativen Ausführungsformen mehr als zwei Leistungsversorgungsausgangsanschlüsse oder nur einen einzigen Ausgangsanschluss aufweisen kann. In einer Ausführungsform wird Leistung an die CPU **206** vom Ausgang des LLC-Wandlers **204** während des Normalbetriebs oder über einen nicht-isolierten Niederspannungsleistungswandler **208** während der Abschaltvorgänge zugeführt, nachdem die

AC-Leistung vom Eingang zum PFC-Wandler **202** entfernt wurde. Dieser nicht-isolierte Niederspannungsleistungswandler **208** kann beispielsweise unter Verwendung eines einfachen Schalt-Buck- oder -Boost-Wandlers sowie anderer bekannter Leistungsversorgungstopologien implementiert werden. Alternativ können andere Leistungsversorgungsschaltungen verwendet werden, einschließlich isolierter Leistungswandler und Linearregler, aber nicht darauf beschränkt.

**[0025]** In einer Ausführungsform kann die lastseitige Spannungsüberwachungsschaltung **210** einen Leistungsabschaltzustand detektieren, wie unten beschrieben. Wenn der Leistungsabschaltzustand detektiert wird, öffnet die CPU **206** die Lastschalter **212** und **214**, welche zwischen dem Ausgang des LLC-Wandlers und den Lasten gekoppelt sind, um Leistung während des Abschaltmodus zu sparen, und initiiert dann eine Abschaltsequenz, die beispielsweise das Speichern von Daten umfassen kann. Diese Lastschalter **212** und **214** können beispielsweise unter Verwendung verschiedener Halbleiterschaltvorrichtungen implementiert werden, einschließlich MOSFETs, IGBTs und anderer Vorrichtungen, jedoch nicht darauf beschränkt. Alternativ können andere Arten von steuerbaren elektrischen Schaltern, wie beispielsweise Relais, verwendet werden. In einer Ausführungsform können die CPU **206** und die lastseitige Spannungsüberwachungsschaltung **210** auf einem einzelnen Chip und/oder auf einer Leiterplatte angeordnet sein, welche mit der Sekundärseite des LLC-Wandlers gekoppelt sind. In einem LED-Fernsehsystem können diese Komponenten auf einer Systemsteuerplatine und/oder einer integrierten Systemsteuerschaltung angeordnet sein.

**[0026]** In einer Ausführungsform stellt die Steuerungs-IC die Gate-Steuersignale für die PFC **202** und den LLC-Wandler **204** bereit. Beispielsweise steuern die Signale LLC HSGate und LLC LSGate jeweils hochseitige und lastseitige Schalter des LLC-Wandlers **204** an, und das Signal PFCGate steuert einen Schalter in der PFC **202** an. In einer Ausführungsform werden diese Gate-Steuersignale vom hochseitigen Treiber **234** und niedrigseitigen Treiber **236** erzeugt, welche auf der Steuerungs-IC **216** angeordnet sind. Alternativ können externe Treiberschaltungen verwendet werden. Während Normalbetriebsmodi implementiert der Hauptsteuerblock **218** der Steuerungs-IC **216** Getaktete-Leistungsversorgung-Algorithmen für die PFC **202** und den LLC **204**. Der Hauptsteuerblock **218** kann beispielsweise unter Verwendung von analogen Schaltungen, digitalen Schaltungen oder einer Kombination davon implementiert werden. In verschiedenen Ausführungsformen können verschiedene Leistungsversorgungssteuerschaltungen, Verfahren und Algorithmen, welche in der Technik bekannt sind, verwendet werden. Beispielsweise kann der Hauptsteuerblock **218**

für die PFC **202** ein pulsbreitenmoduliertes Signal für PFCGate basierend auf einer Ausgangsspannung der PFC erzeugen, welche vom Busspannungsüberwachungsspannungsblock **238** gemessen wurde, und kann ein frequenzmoduliertes Signal für LLC HSGate und LLC LSGate basierend auf einer Ausgangsspannung vom LLC-Wandler erzeugen, welche von der isolierten Rückkopplungsschaltung **240** gemessen wurde. Die Signale PFCGate, LLC HSGate und LLC LSGate können beispielsweise unter Verwendung eines Pulsgenerators **220** im Hauptsteuerblock erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen umfasst der Hauptsteuerblock **218** ferner den Zähler **222**.

**[0027]** In einigen Ausführungsformen umfasst die Steuerungs-IC **216** ferner eine AC-Eingangsspannungsüberwachungsschaltung **224** und eine Startzelle **226**, welche zum Betreiben der Steuerungs-IC **216** während des Starts verwendet wird. In einer Ausführungsform umfasst die Startzelle **226** einen Halbleiterschalter, welcher eine gleichgerichtete AC-Eingangsspannung mit einer lokalen Niederspannungsleistungsversorgung der Steuerungs-IC koppelt. Wie gezeigt, wird die AC-Eingangsspannung unter Verwendung von zwei Dioden **228** und **230** gleichgerichtet, welche zwischen dem Eingangsanschluss des PFC-Wandlers **202** und dem HV-Stift der Steuerungs-IC **216** gekoppelt sind. Ein Reihenwiderstand **232** kann eingeschlossen sein, um den Strom zum HV-Eingang zu begrenzen.

**[0028]** In einer Ausführungsform, um eine ausreichende Eingangsspannung zum nicht-isolierten Niederspannungswandler **208** zu erhalten, wird die Schaltfrequenz des LLC-Wandlers **204** von der Steuerungs-IC **216** erhöht, um eine gewisse Ausgangsspannung des LLC-Wandlers **204** zu erhalten, wenn die Steuerungs-IC **216** einen Verlust der AC-Leistungsversorgungsspannung detektiert. Beispielsweise wird in einer Ausführungsform eine nominale Schaltfrequenz des LLC-Wandlers **204** von etwa 100 kHz auf etwa 160 kHz erhöht, wenn der Verlust der AC-Eingangsleistung detektiert wird. Alternativ können andere Schaltfrequenzen verwendet werden. In einigen Ausführungsformen wird die Schaltfrequenz auf eine vorbestimmte Schaltfrequenz erhöht. Dieser Verlust der AC-Leistungsversorgungsspannung kann beispielsweise unter Verwendung des AC-Eingangsüberwachungsblocks **224** bestimmt werden, um einen Verlust der AC-Eingangsspannung zu detektieren, und/oder vom Busüberwachungsblock, um eine Abnahme der Ausgangsspannung des PFC-Wandlers **202** zu detektieren.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen bewirkt das Erhöhen der Schaltfrequenz des LLC-Wandlers **204** einen Übergangsspannungsabfall in der Ausgangsspannung des LLC-Wandlers **204**. Dieser Übergangsspannungsabfall wird als Möglichkeit verwen-

det, um der lastseitigen Spannungsüberwachungsschaltung **210** zu signalisieren, eine Abschaltprozedur zu starten. Da der LLC-Wandler **204** weiterhin schaltet, wenn auch mit einer hohen Frequenz, kann die Ausgangsspannung des LLC-Wandlers **204** auf eine reduzierte Rate gegenüber herkömmlichen Ausführungsformen abfallen, welche den LLC-Wandler **204** vollständig abschalten, wenn Leistung verloren geht. Dementsprechend kann der nicht-isolierte Niederspannungswandler **208** die Regelung bei 3,5 V halten, oder welche Versorgungsspannung auch immer von der CPU **206** und anderen Schaltungen verwendet wird, welche an der Abschalt- und Datenspeicherprozedur beteiligt sind.

**[0030]** Fig. 3 zeigt ein Wellenformdiagramm, welches den Betrieb einer Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems veranschaulicht. Vor dem Zeitpunkt t1 arbeitet das Leistungsversorgungssystem in einem nominalen Betriebsmodus. Wie gezeigt, ist eine gleichgerichtete Eingangsleitungsspannung aktiv und sowohl das PFC-Gate-Signal als auch das LLC-Gate-Signal zeigen aktives Schalten an, während die Ausgangsspannungen der PFC und des LLC konstant sind, sowie die CPU-Versorgungsspannung, welche vom nicht-isolierten Niederspannungswandler erzeugt wird. Zum Zeitpunkt t1 geht die AC-Eingangsspannung jedoch verloren, und die gleichgerichtete AC-Eingangsspannung ist nicht länger verfügbar.

**[0031]** Wie gezeigt, reduziert sich die Ausgangsspannung der PFC nach t1 aufgrund des Verlusts der AC-Eingangsspannung. Sobald die Ausgangsspannung der PFC zum Zeitpunkt t2 unter einen Schwellenwert fällt oder wenn der AC-Eingangsverlust schließlich nach einiger Zeit detektiert wird, wird das PFC-Schaltsignal PFCGate deaktiviert und die Gating-Frequenz des LLC-Schaltsignals erhöht. Dieser PFC-Ausgangsspannungsschwellenwert kann ein vorbestimmter Schwellenwert von ungefähr 280 V in einem Beispiel sein. Alternativ können andere Schwellenwerte verwendet werden. Die Erhöhung der Schaltfrequenz hilft auch sicherzustellen, dass der LLC-Wandler bei einer höheren Frequenz als die Resonanzfrequenz arbeitet, um einen kapazitiven Betriebsmodus zu verhindern. Zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 erfährt die Ausgangsspannung des LLC aufgrund der Erhöhung der Schalt- oder Gating-Frequenz einen Abfall in der Ausgangsspannung. Dieser Abfall in der Ausgangsspannung des LLC-Wandlers wird von der lastseitigen Überwachungsschaltung auf der Sekundärseite des LLC detektiert. Zum Zeitpunkt t4 schaltet die CPU auf der Sekundärseite des LLC-Wandlers die Last durch Öffnen der Lastschalter über das Lastschaltsignal aus. In einigen Ausführungsformen wird eine Ausblendzeit oder Verzögerung zwischen den Zeitpunkten t3 und t4 bereitgestellt, um Fehlauflösungen zu vermeiden.

Alternativ kann die CPU die Lastschalter direkt nach dem Zeitpunkt  $t_3$  öffnen.

**[0032]** Zum Zeitpunkt  $t_5$  stoppt der LLC-Wandler das Schalten und die CPU-Versorgungsspannung wird deaktiviert. Bis zum Zeitpunkt  $t_5$  erhält die CPU-Versorgungsspannung jedoch eine stabile Ausgangsspannung. In einigen Ausführungsformen wird ein Zähler verwendet, um die Zeit zu bestimmen, wenn der LLC-Wandler das Schalten stoppt. Dieser Zähler kann unter Verwendung eines Zählers im Hauptsteuerblock der Steuerungs-IC implementiert werden, wie in **Fig. 2** gezeigt. Beispielsweise kann, wie gezeigt, ein Zähler oder Zeitgeber mit einem vordefinierten Timeout-Wert  $T_{cnt}$  zum Zeitpunkt  $t_2$  aktiviert werden, wenn die Frequenz der LLC-Gating-Frequenz erhöht wird. Wenn der Zähler oder Zeitgeber den vordefinierten Timeout-Wert erreicht, stoppt die CPU den Betrieb und wird um den IC-Leistungsversorgungsspannungsabfall zurückgesetzt. Wenn die CPU-Versorgungsspannung jedoch vor dem Ablauf der Zeit abfällt, stoppt die CPU auch den Betrieb aufgrund des Leistungsverlusts.

**[0033]** In einer Ausführungsform wird der LLC-Timeout-Betrieb implementiert, um eine Möglichkeit bereitzustellen, dass die Schaltung den Betrieb wiedererlangt, falls die AC-Eingangsspannung erneut angelegt wird oder vorübergehend entfernt wurde. Falls beispielsweise eine hohe Spannung zwischen den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_5$  vorhanden ist, was als „Handling Moment“ bezeichnet werden kann, kann die DC-Busspannung auf den AC-Eingangsspannungswert geladen werden. Falls der Spannungswert aufgrund der hohen AC-Eingangsspannung sehr hoch ist, dann arbeitet der Wandler weiter. Selbst falls die AC-Eingangsspannung während des Handling Moments überwacht wird und ermöglicht, dass die Auto-Neustart-Sequenz übernimmt, gibt es eine Möglichkeit, dass die Steuerungs-IC-Leistungsversorgung  $V_{cc}$  auf eine Spannung reduziert wird, welche zu niedrig ist, um das System erfolgreich erneut zu starten. Folglich wird ein kurzes Timeout verwendet, um die Steuerung zum Rücksetzen zu zwingen, um zu garantieren, dass der Neustart erfolgreich ist. In einigen Ausführungsformen sind ein Open-Loop-Schutz und andere rückkopplungsbezogene Schutzvorrichtungen deaktiviert, da der Wandler während des Handling Moments im Wesentlichen auf eine Open-Loop-Art arbeitet.

**[0034]** In einem speziellen Beispiel wird eine Timeout-Periode von 1 Sekunde verwendet, so dass die AC-Ausschaltsequenz maximal 1 Sekunde dauert, oder welche Timeout-Periode auch immer gewählt wird. Nach dieser Timeout-Periode stoppt die Steuerungs-IC das Schalten und wird aufgrund eines VCC-Unterspannungssperrzustands zurückgesetzt. Die Steuerungs-IC wird bereit sein, wieder zu starten, wenn der AC-Eingang erneut angewendet

wird. Falls der AC-Eingang während der Timeout-Periode erneut angewendet wird, behält die Steuerungs-IC ihren vorherigen Betriebsmodus bei, um sicherzustellen, dass die CPU-Versorgungsspannung lange genug geregelt bleibt, damit eine Abschaltsequenz, einschließlich Schreiben von Daten in den Speicher, abgeschlossen wird. Wenn das Ende der Timeout-Periode erreicht ist, stoppt die Steuerungs-IC das Erzeugen von Schaltsignalen und verlässt den Betriebsmodus. Dementsprechend wird die Steuerungs-IC von der VCC-Unterspannungssperrung zurückgesetzt und der Betrieb wird bis zum nächsten Systemstart beendet.

**[0035]** In einigen Ausführungsformen kann die Erhöhung der LLC-Schaltfrequenz auftreten, wenn die AC-Eingangsspannung zuerst detektiert wird, um Brownout-Schutz bereitzustellen. In anderen Ausführungsformen wird die LLC-Schaltfrequenz nur erhöht, wenn die Ausgangsspannung der PFC unter den Unterspannungsschutzschwellenwert fällt. In noch anderen Ausführungsformen wird die LLC-Schaltfrequenz erhöht, wenn beide Bedingungen, nämlich der Verlust der AC-Eingangsspannung und die Abnahme der PFC-Ausgangsspannung unter den Unterspannungsschwellenwert, erfüllt sind.

**[0036]** **Fig. 4** veranschaulicht eine herkömmliche PFC **300**, welche verwendet werden kann, um die in **Fig. 2** gezeigte PFC **202** zu implementieren. Die PFC **300** umfasst eine Gleichrichterschaltung **321**, wie beispielsweise einen Brückengleichrichter, welcher mit den Eingangsanschlüssen **311**, **312** verbunden ist. Die Gleichrichterschaltung **321** empfängt die Eingangsspannung  $V_{IN}$  und wandelt die Eingangsspannung  $V_{IN}$  in eine entsprechende gleichgerichtete Eingangsspannung  $V_{IN}'$  um. Wenn die Eingangsspannung  $V_{IN}$  beispielsweise eine sinusförmige Wellenform aufweist, weist die gleichgerichtete Eingangsspannung  $V_{IN}'$  eine Wellenform entsprechend dem absoluten Wert einer Sinuswelle auf. Die PFC **300** weist ferner eine Boost-Wandler-Stufe auf, welche die gleichgerichtete Eingangsspannung  $V_{IN}'$  empfängt und die erste Ausgangsspannung  $V_{OUT1}$  erzeugt. Die Boost-Wandler-Stufe umfasst eine Reihenschaltung, einschließlich einer Spule **322**, wie beispielsweise eine Drossel, und eines elektronischen Schalters **323**. Diese Reihenschaltung ist mit der Gleichrichteranordnung **321** gekoppelt, so dass die gleichgerichtete Eingangsspannung  $V_{IN}'$  über der Reihenschaltung verfügbar ist. Der elektronische Schalter **323** ist beispielsweise ein Transistor, insbesondere ein MOSFET, wie in **Fig. 2** veranschaulicht. Jedoch ist die Verwendung eines MOSFET, insbesondere eines n-MOSFET, als elektronischer Schalter **323** lediglich ein Beispiel. Eine beliebige andere Schaltkomponente, wie beispielsweise ein p-MOSFET, ein IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), ein BJT (Bipolar Junction Transistor), ein JFET (Junction Field-Effect Transistor) oder ein GTO

(Gate Turn-Off Thyristor), kann auch verwendet werden. Das gleiche gilt für andere elektronische Schalter, welche hierin nachstehend erläutert werden.

**[0037]** Die PFC **300** umfasst ferner ein Gleichrichterelement **324**, welches zwischen einem Schaltungsknoten verbunden ist, der dem Induktor **322** und dem elektronischen Schalter **323** gemeinsam ist, und einem (313) der Ausgangsanschlüsse **313**, **314**. Das Gleichrichterelement **324** kann als Diode implementiert werden (wie in **Fig. 2** veranschaulicht). Jedoch könnte das Gleichrichterelement auch als Synchrongleichrichter (SR, Synchronous Rectifier) unter Verwendung von Schaltkomponenten implementiert werden.

**[0038]** Der elektronische Schalter **323** kann ein Ein/Aus-moduliertes, z. B. ein pulsbreitenmoduliertes (PWM, Pulse-Width Modulated), Ansteuersignal S23 von einer PFC-Steuerung **325** empfangen. Die PFC-Steuerung **325** kann eine herkömmliche PFC-Steuerung sein, welche das Ein/Aus-modulierte Ansteuersignal, wie beispielsweise ein PWM-Signal, erzeugt. In verschiedenen Ausführungsformen erzeugt die PFC-Steuerung das modulierte Ansteuersignal, so dass der Leistungsfaktor nahe 1 ist, beispielsweise zwischen etwa 0,97 und 1, und so dass eine Ausgangsspannung  $V_{OUT1}$  wenigstens annähernd mit einer gewünschten Spannung übereinstimmt, wie beispielsweise 400 V. Mit anderen Worten stellt die PFC-Steuerung **325** ein Ein/Aus-moduliertes Ansteuersignal S23 bereit, so dass der Eingangsstrom zur PFC in Phase mit der Eingangsspannung  $V_{in}$  ist. Das Ein/Aus-modulierte Ansteuersignal S23 wird beispielsweise mit einer Frequenz (fest oder variabel) erzeugt, welche von einem Taktsignal CLK abhängig ist (in gestrichelten Linien in **Fig. 4** veranschaulicht). Dieses Taktsignal CLK kann ein von einem externen Taktsignalgenerator (nicht gezeigt) erzeugtes externes Taktsignal sein, oder es kann ein in der PFC-Steuerung erzeugtes Taktsignal sein. Solche herkömmlichen PFC-Steuerungen sind als solche bekannt, so dass keine weitere Erklärungen in diesem Zusammenhang erforderlich sind.

**[0039]** In **Fig. 5** wird eine schematische Zeichnung einer Ausführungsform des Resonanzhalbbrückenleistungswandlers **400** veranschaulicht, welcher zum Implementieren des in **Fig. 2** gezeigten LLC-Wandlers **204** verwendet werden kann. Diese Halbbrückentopologie wird oft als LLC-Antriebsstrangschaltungstopologie bezeichnet, wobei ein Arbeitszyklus jedes primärseitigen Schalters auf etwa 50 % festgelegt ist, und die Schaltfrequenz  $f_s$  variiert, um eine Ausgangscharakteristik, wie beispielsweise eine Ausgangsspannung, zu steuern. Wenn die Schaltfrequenz  $f_s$  variiert wird, ändert sich die effektive Verstärkung des Schaltwandlers, da sich die Schaltfrequenz  $f_s$  im Verhältnis zur Resonanzfrequenz des Leistungswandlers ändert. In der Praxis wird der Ar-

beitszyklus jedes primärseitigen Leistungsschalters auf etwas weniger als 50 % festgelegt, um während der Schaltübergänge ein Durchschließen des Stroms zu vermeiden.

**[0040]** Der Resonanzhalbbrückenleistungswandler ist mit einer Eingangsspannungsquelle VBUS gekoppelt und umfasst die Steuerung **402**, welche eine Leistungswanderausgangscharakteristik, wie beispielsweise eine Ausgangsspannung, durch Regelung einer Schaltfrequenz  $f_s$  des Leistungswandlers regelt. Die Steuerung **402** zusammen mit der Rückkopplungsschaltung **404** des Leistungswandlers erfasst die Ausgangsspannung  $V_{out}$  des Leistungswandlers und eine gewünschte Ausgangsspannung  $V_{ref}$  und steuert die Schaltfrequenz  $f_s$  der primärseitigen Leistungsschalter, um die Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  auf die gewünschte Ausgangsspannung  $V_{ref}$  zu regeln.

**[0041]** Der Leistungswandler stellt Leistung an ein System oder eine Last **406** bereit, welches bzw. welche mit dem Ausgang  $V_{out}$  gekoppelt ist. Während in der veranschaulichten Ausführungsform der Antriebsstrang eine Halbbrückenresonanzleistungswandlertopologie verwendet, sollten die Fachleute auf dem Gebiet verstehen, dass andere Wandlertopologien, wie beispielsweise eine isolierte Resonanzvollbrückenleistungswandlertopologie, durchaus im breiten Schutzbereich der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

**[0042]** Der Leistungswandler umfasst ferner eine Rückkopplungsschaltung **404**, welche verwendet wird, um eine erfasste Ausgangscharakteristik über die Isolationsgrenze zu übertragen, welche vom Leistungstransformator T an die Steuerung **402** bereitgestellt wird. Verschiedene Schaltungsvorrichtungen, wie beispielsweise ein Optokoppler, um diese Isolationsfunktion bereitzustellen, sind nach dem Stand der Technik wohl bekannt und werden im Interesse der Kürze hierin nicht weiter beschrieben.

**[0043]** Auf der Primärseite der Schaltung sind zwei in Reihe gekoppelte Leistungsschalter, die MOSFETs  $Q_H$  und  $Q_L$ , mit zwei Spulen, der Resonanzspule  $L_r$  und der Primärwicklung des Leistungstransformators T, und mit dem Kondensator  $C_r$  gekoppelt. Die Induktivität  $L_m$  repräsentiert die Magnetisierungsinduktivität des Transformators T, und die Dioden D1 und D2 sind sekundärseitige Gleichrichterdioden. In alternativen Ausführungsformen können Synchrongleichrichterleistungsschalter anstelle der Dioden D1 und D2 verwendet werden.

**[0044]** Die Resonanzfrequenz der LLC-Antriebsstrangschaltungstopologie ist  $f_{RES}$ . Die Resonanzfrequenz  $f_{RES}$  kann geschätzt werden aus der Gleichung

$$f_{RES} = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{L_r \times C_r}},$$

wobei  $L_r$  und  $C_r$  jeweils die Induktivität und Kapazität der in **Fig. 5** veranschaulichten angegebenen primärseitigen Antriebsstrangschaltungselemente sind.

**[0045]** Halbbrücken-LLC-Resonanzschaltleistungswandler sind aufgrund ihrer hohen Umwandlungseffizienz weit verbreitet. Ausführungsformen von Halbbrücken-LLC-Resonanzleistungswandlern können dazu ausgebildet sein, unter einem großen Eingangsspannungsbereich unter verschiedenen Lastbedingungen ein Nullspannungsschalten für primärseitige Schalter und ein Nullstromschalten für sekundärseitige Gleichrichter zu erreichen. In Ausführungsformen, welche eine frequenzgesteuerte Verstärkung verwendet haben, kann jedoch die Frequenz  $f_s$ , die einer Bedingung ohne Last entspricht, theoretisch unendlich sein. In vielen herkömmlichen Halbbrücken-LLC-Resonanzleistungswandlern wird der Leistungswandler weiterhin in einem ersten Normalmodus unter Bedingungen ohne Last oder mit sehr geringer Last betrieben.

**[0046]** **Fig. 6** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems, in dem weitere Einzelheiten der sekundärseitigen Schaltungen gezeigt sind, sowie die internen Schaltungen der PFC **502** und des LLC-Wandlers **504**. Wie gezeigt, umfasst der LLC-Wandler drei Sekundärwicklungen **506**, **508** und **510** mit zugehörigen Gleichrichterdioden. Diese drei Sekundärwicklungen **506**, **508** und **510** sind mit entsprechenden Ausgängen S1, S2 und S3 gekoppelt, die verwendet werden, um jeweils Leistung an den Anschlüssen Load1, Load2 und Load3 bereitzustellen. Ein Schlüssellastblock, welcher digitale Steuerschaltungen der Zielanwendung repräsentiert, überwacht die Spannung des Anschlusses Load3 durch Vergleichen dieser Spannung mit der Spannung  $V_{ref}$  über einen Komparator. Alternativ können andere Spannungsüberwachungsschaltungen verwendet werden.

**[0047]** Wie gezeigt, umfasst der Schlüssellastblock **512** einen Mikrocontroller (MCU) **516**, einschließlich Speicher **518**; jedoch kann der Schlüssellastblock auch andere Schaltungen umfassen. Die MCU **516** stellt Steuersignale bereit, welche die Lastschalter S1, S2 und S3 aktivieren und deaktivieren, die zwischen den Ausgängen des LLC-Wandlers **504** und den jeweiligen Ausgangsanschlüssen Load1, Load2 und Load3 gekoppelt sind. Wie ferner gezeigt wird, umfasst der LLC-Wandler **504** eine Hilfswicklung **520**, welche verwendet wird, um Leistung an die VCC der Steuerungs-IC **216** über eine Gleichrichterdiode und einen Kondensator  $C_{VCC}$  bereitzustellen.

**[0048]** **Fig. 7** veranschaulicht ein Blockschaltbild einer Ausführungsform eines Verfahrens **600** zum Betreiben einer getakteten Leistungsversorgung mit einem AC/DC-Wandler gefolgt von einem DC/DC-Wandler. In Schritt **602** wird die getaktete Leistungsversorgung in einem Normalbetriebsmodus betrieben, welcher das Bereitstellen eines ersten Schaltsignals an den AC/DC-Wandler und Bereitstellen eines zweiten Schaltsignals an den DC/DC-Wandler umfasst. In Schritt **604** wird ein Verlust eines AC-Eingangssignals detektiert, welches mit einem Eingang des AC/DC-Wandlers gekoppelt ist. Basierend auf dem detektierten Verlust des AC-Eingangssignals wird das erste Schaltsignal in Schritt **606** deaktiviert, und die Schaltfrequenz des zweiten Schaltsignals wird in Schritt **608** erhöht. Wie oben erläutert, kann die Erhöhung der Schaltfrequenz des zweiten Schaltsignals einen Übergangsspannungsabfall in einer Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers bewirken. Dieser Abfall in der Ausgangsspannung kann von einer Schaltung detektiert werden, welche als ein Signal, um eine geordnete Abschaltprozedur der Schaltung zu starten, mit der Sekundärseite des DC/DC-Wandlers gekoppelt ist.

**[0049]** In einem oder mehreren Beispielen können die hierin beschriebenen Funktionen wenigstens teilweise in Hardware, wie beispielsweise in speziellen Hardwarekomponenten oder einem Prozessor, implementiert werden. Allgemeiner können die Techniken in Hardware, Prozessoren, Software, Firmware oder einer beliebigen Kombination davon implementiert werden. Falls sie in Software implementiert sind, können die Funktionen als eine oder mehrere Anweisungen oder Code auf einem computerlesbaren Medium gespeichert oder übertragen werden und von einer hardwarebasierten Verarbeitungseinheit ausgeführt werden. Computerlesbare Medien können computerlesbare Speichermedien umfassen, welche einem konkreten Medium entsprechen, wie beispielsweise Datenspeicher- oder Kommunikationsmedien, einschließlich eines beliebigen Mediums, das die Übertragung eines Computerprogramms von einem Ort zu einem anderen beispielsweise gemäß einem Kommunikationsprotokoll ermöglicht. Auf diese Weise können computerlesbare Medien im Allgemeinen (1) konkreten computerlesbaren Speichermedien entsprechen, welche nicht-transitorisch sind, oder (2) einem Kommunikationsmedium, wie beispielsweise einer Signal- oder Trägerwelle. Datenspeichermedien können beliebige verfügbare Medien sein, welche durch einen oder mehrere Computer oder einen oder mehrere Prozessoren zugänglich sind, um Anweisungen, Code und/oder Datenstrukturen für die Implementierung der in dieser Offenbarung beschriebenen Techniken abzurufen. Ein Computerprogrammprodukt kann ein computerlesbares Medium umfassen.



**[0050]** Beispielhaft und nicht einschränkend können solche computerlesbaren Speichermedien RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM oder andere optische Plattenspeicher, Magnetplattenspeicher oder andere magnetische Speichervorrichtungen, Flash-Speicher oder ein beliebiges anderes Medium umfassen, welches verwendet werden kann, um gewünschten Programmcode in Form von Anweisungen oder Datenstrukturen zu speichern, und das durch einen Computer zugänglich ist. Darüber hinaus wird jede Verbindung ordnungsgemäß als ein computerlesbares Medium, d. h. ein computerlesbares Übertragungsmedium, bezeichnet. Falls Anweisungen beispielsweise von einer Website, einem Server oder einer anderen Remote-Quelle unter Verwendung von Koaxialkabel, Glasfaserkabel, Twisted-Pair, Digital Subscriber Line (DSL) oder Wireless-Technologien, wie beispielsweise Infrarot-, Funk- und Mikrowellen, übertragen werden, sind das Koaxialkabel, Glasfaserkabel, Twisted-Pair, DSL oder die Wireless-Technologien, wie beispielsweise Infrarot-, Funk- und Mikrowellen, in der Definition des Mediums eingeschlossen. Es versteht sich jedoch, dass computerlesbare Speichermedien und Datenspeichermedien keine Verbindungen, Trägerwellen, Signale oder andere transiente Medien umfassen, sondern stattdessen auf nicht-transiente, konkrete Speichermedien abzielen. „Festplatte“ und „Disc“, wie sie hierin verwendet werden, umfassen Kompaktdisc (CD), Laserdisc, optische Platte, Digital Versatile Disc (DVD), Floppydisk und Blu-ray-Disc, wobei die „Festplatten“ gewöhnlich Daten magnetisch wiedergeben, während „Discs“ Daten optisch mit Lasern wiedergeben. Kombinationen der oben genannten sollten auch im Umfang der computerlesbaren Medien eingeschlossen sein.

**[0051]** Anweisungen können von einem oder mehreren Prozessoren ausgeführt werden, wie beispielsweise eine oder mehrere zentrale Verarbeitungseinheiten (CPUs), digitale Signalprozessoren (DSPs), Allzweckmikroprozessoren, anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs), feldprogrammierbare logische Arrays (FPGAs) oder andere gleichwertige integrierte oder getrennte Logikschaltungen. Der Begriff „Prozessor“, wie er hierin verwendet wird, kann folglich irgendeine der vorstehenden Strukturen oder irgendeine andere Struktur bezeichnen, die für die Implementierung der hierin beschriebenen Techniken geeignet ist. Zusätzlich kann die hierin beschriebene Funktionalität bei einigen Aspekten innerhalb dedizierter Hardware- und/oder Softwaremodule bereitgestellt werden, welche zur Codierung und Decodierung ausgelegt sind, oder in einem kombinierten Codec integriert werden. Darüber hinaus könnten die Techniken vollständig in einer oder mehreren Schaltungen oder in einem oder mehreren Logikelementen implementiert werden.

**[0052]** Die Techniken der vorliegenden Offenbarung können in einer Vielzahl von Geräten oder

Vorrichtungen implementiert werden, einschließlich eines drahtlosen Handapparats, einer integrierten Schaltung (IC) oder eines Satzes von ICs (z. B. ein Chip-Satz). Verschiedene Komponenten, Module oder Einheiten sind in der vorliegenden Offenbarung beschrieben, um funktionale Aspekte von Vorrichtungen herauszustellen, welche dazu ausgebildet sind, die offenbarten Techniken durchzuführen, welche jedoch nicht notwendigerweise Umsetzung durch unterschiedliche Hardwareeinheiten erfordern. Vielmehr können, wie oben beschrieben, verschiedene Einheiten in einer einzelnen Hardwareeinheit kombiniert sein oder durch eine Sammlung interoperativer Hardwareeinheiten bereitgestellt sein, welche einen oder mehrere Prozessoren, wie oben beschrieben, in Verbindung mit geeigneter Software und/oder Firmware umfassen.

**[0053]** Vorteile einiger Ausführungsformen umfassen die Fähigkeit eines Leistungswandlers, weiterhin Leistung an Schaltungen für eine Zeitperiode bereitzustellen, nachdem die AC-Eingangsspannung entfernt wurde. Ein weiterer Vorteil einer Ausführungsform umfasst die Fähigkeit, eine solche Leistung unter Verwendung einer relativ kostengünstigen nicht-isolierten Leistungsversorgung aufrechtzuerhalten. Ein weiterer Vorteil von Ausführungsformen umfasst die Fähigkeit der Primärseite einer Leistungsversorgung, der Sekundärseite der Leistungsversorgung zu signalisieren, dass die Eingangsleistung verloren gegangen ist, ohne zusätzliche isolierte Schaltungen zu verwenden.

**[0054]** Obgleich diese Erfindung unter Bezugnahme auf veranschaulichende Ausführungsformen beschrieben wurde, soll diese Beschreibung nicht in einem einschränkenden Sinn ausgelegt werden. Verschiedene Modifikationen und Kombinationen der veranschaulichenden Ausführungsformen sowie andere Ausführungsformen der Erfindung werden Fachleuten auf dem Gebiet unter Bezugnahme auf die Beschreibung offensichtlich sein.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Leistungsversorgung, das aufweist:  
Detektieren eines Verlusts wenigstens eines von einer AC-Eingangsspannung oder einer AC-Eingangsleistung an einem Eingang der Leistungsversorgung; und  
Erhöhen einer Schaltfrequenz der Leistungsversorgung bei der Detektion des Verlusts der AC-Eingangsspannung oder der AC-Eingangsleistung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin aufweist: Detektieren eines Übergangsspannungsabfalls an einem Ausgang der Leistungsversorgung und Einleiten einer Abschaltprozedur bei der Detektion des Übergangsspannungsabfalls.

3. Verfahren zum Betreiben einer getakteten Leistungsversorgung mit einem AC/DC-Wandler gefolgt von einem DC/DC-Wandler, wobei das Verfahren aufweist:

Betreiben der getakteten Leistungsversorgung in einem Normalbetriebsmodus, was das Bereitstellen eines ersten Schaltsignals an den AC/DC-Wandler und Bereitstellen eines zweiten Schaltsignals an den DC/DC-Wandler umfasst;

Detektieren eines Verlusts eines AC-Eingangssignals, das an einen Eingang des AC/DC-Wandlers gekoppelt ist; und

nach Erkennen des Verlusts des AC-Eingangssignals Deaktivieren des ersten Schaltsignals und Erhöhen einer Frequenz des zweiten Schaltsignals.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Erhöhen der Frequenz des zweiten Schaltsignals das Erhöhen der Frequenz des zweiten Schaltsignals auf eine vorbestimmte Schaltfrequenz aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Erhöhen der Frequenz des zweiten Schaltsignals einen transienten Abfall der Spannung an einem Ausgang des DC/DC-Wandlers bewirkt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das weiterhin das Detektieren des transienten Abfalls der Spannung am Ausgang des DC/DC-Wandlers aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, das weiterhin das Trennen der Lasten, die mit wenigstens einem Ausgang des DC/DC-Wandlers bei der Detektion des transienten Abfalls der Spannung gekoppelt sind, aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 6, das weiterhin das Durchführen einer Abschaltprozedur in einer Schaltung, die Leistung von einem Ausgang des DC/DC-Wandlers bei der Detektion des transienten Abfalls der Spannung empfängt, aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, das weiterhin aufweist: das Bereitstellen von Leistung an die Schaltung, die Leistung vom Ausgang des DC/DC-Wandlers empfängt, unter Verwendung eines Spannungsreglers, der zwischen dem Ausgang des DC/DC-Wandlers und der Schaltung gekoppelt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Durchführen der Abschaltprozedur das Schreiben von Daten in einen Speicher aufweist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–10, bei dem der DC/DC-Wandler einen Resonanzleistungswandler aufweist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der Resonanzleistungswandler einen Spule-Spule-Kondensator-(LLC)-Leistungswandler aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der AC/DC-Wandler eine Leistungsfaktorkorrektur-(PFC, Power Factor Correction)-Schaltung aufweist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–13, bei dem das Detektieren des Verlusts des AC-Eingangssignals das Detektieren eines Verlusts eines gleichgerichteten AC-Eingangssignals aufweist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–14, bei dem das Detektieren des Verlusts des AC-Eingangssignals aufweist:

Vergleichen einer Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers mit einem vorbestimmten Schwellenwert; und

Bestimmen, dass das AC-Eingangssignal verloren geht, wenn die Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers unter den vorbestimmten Schwellenwert fällt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–15, bei dem das Detektieren des Verlusts des AC-Eingangssignals aufweist:

Detektieren eines Verlusts eines gleichgerichteten AC-Eingangssignals;

Vergleichen einer Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers mit einem vorbestimmten Schwellenwert; und

Bestimmen, dass das AC-Eingangssignal verloren ist, wenn basierend auf der Detektion sowohl das gleichgerichtete AC-Eingangssignal verloren ist als auch wenn basierend auf dem Vergleich die Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers unter den vorbestimmten Schwellenwert fällt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–16, das weiterhin das Deaktivieren des zweiten Schaltsignals eine erste Zeitverzögerung nach dem Schritt des Erhöhen der Frequenz des zweiten Schaltsignals aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem das Deaktivieren des zweiten Schaltsignals das Verwenden eines Zählers aufweist, um die erste Zeitverzögerung zu erzeugen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–18, bei dem das AC-Eingangssignal wenigstens eines von einer AC-Eingangsspannung oder einer AC-Eingangsleistung aufweist.

20. System, das aufweist:

einen Impulsgenerator, der dazu ausgebildet ist, ein erstes Schaltsignal an einen AC/DC-Wandler und ein zweites Schaltsignal an einen DC/DC-Wandler, der einen Eingang, der mit einem Ausgang des AC/DC-Wandlers gekoppelt ist, aufweist, bereitzustellen; und eine Steuerschaltung, die dazu ausgebildet ist,

einen Verlust eines AC-Eingangssignals zu detektieren, welches mit einem Eingang des AC/DC-Wandlers gekoppelt ist; und  
nach Erkennen des Verlusts des AC-Eingangssignals, das erste Schaltsignal zu deaktivieren und eine Frequenz des zweiten Schaltsignals zu erhöhen.

21. System nach Anspruch 20, das weiterhin den AC/DC-Wandler und den DC/DC-Wandler aufweist.

22. System nach Anspruch 21, bei dem der DC/DC-Wandler einen Resonanzleistungswandler aufweist.

23. System nach Anspruch 22, bei dem der AC/DC-Wandler eine Leistungsfaktorkorrektur-(PFC, Power Factor Correction)-Schaltung aufweist.

24. System nach einem der Ansprüche 20–23, das weiterhin aufweist:  
einen weiteren Leistungswandler mit einem Eingang, der mit einem Ausgang des DC/DC-Wandlers gekoppelt ist; und  
eine weitere Schaltung mit einem Leistungseingang, der mit einem Ausgang des weiteren Leistungswandlers gekoppelt ist, wobei die weitere Schaltung dazu ausgebildet ist, einen Übergangsspannungsabfall am Ausgang des DC/DC-Wandlers zu detektieren, wenn die Frequenz des zweiten Schaltsignals erhöht ist, und eine Abschaltprozedur bei der Detektion des Übergangsspannungsabfalls einzuleiten.

25. System nach Anspruch 24, das weiterhin einen Schalter aufweist, der zwischen den Ausgang des DC/DC-Wandlers und einen Lastanschluss gekoppelt ist, wobei der Schalter einen Steueranschluss aufweist, der mit einem Ausgang der weiteren Schaltung gekoppelt ist.

26. System nach Anspruch 25, bei dem die weitere Schaltung dazu ausgebildet ist, den Schalter über den Steueranschluss bei der Detektion des Übergangsspannungsabfalls zu öffnen.

27. System nach einem der Ansprüche 20–26, bei dem das AC-Eingangssignal eine AC-Eingangsspannung oder eine AC-Eingangsleistung aufweist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

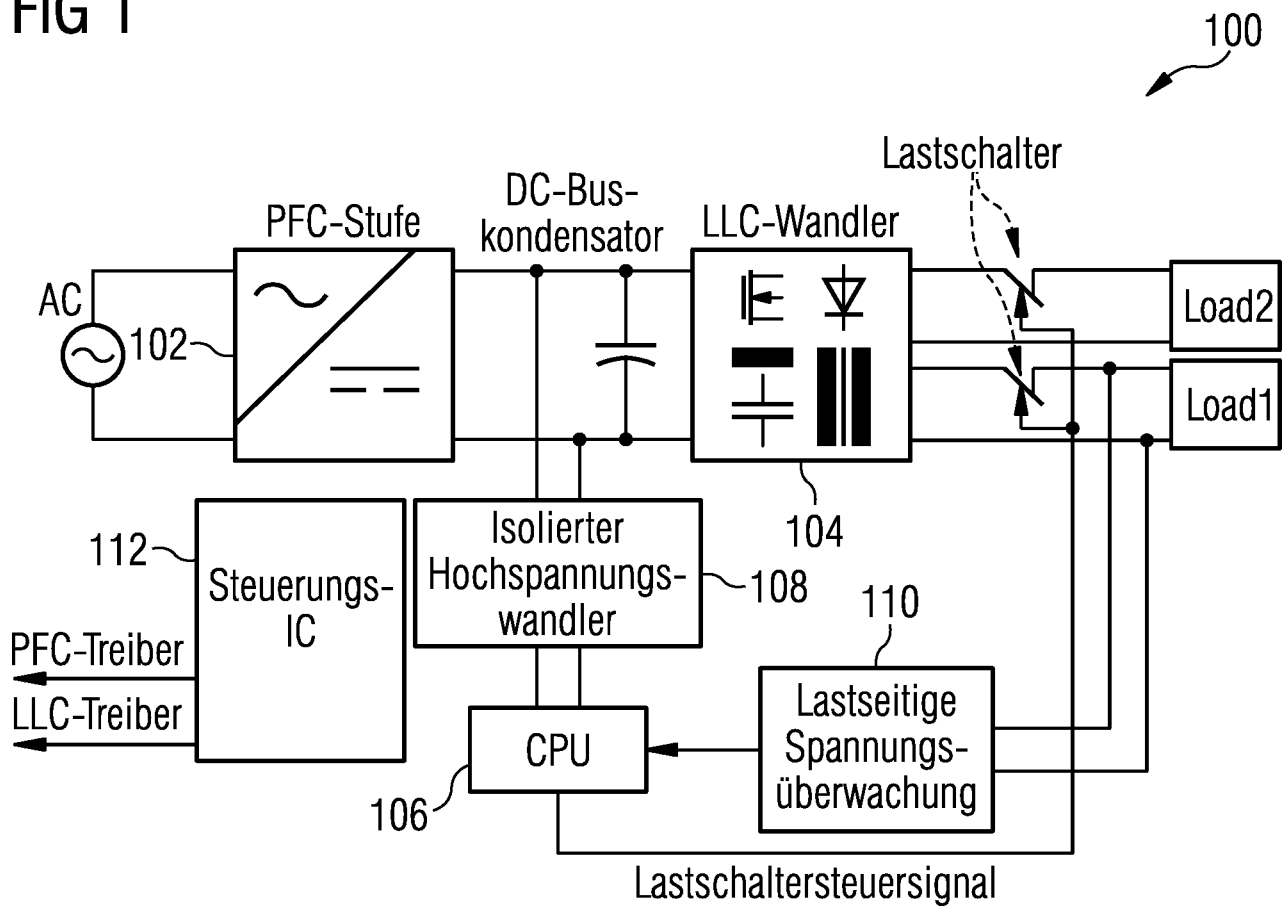
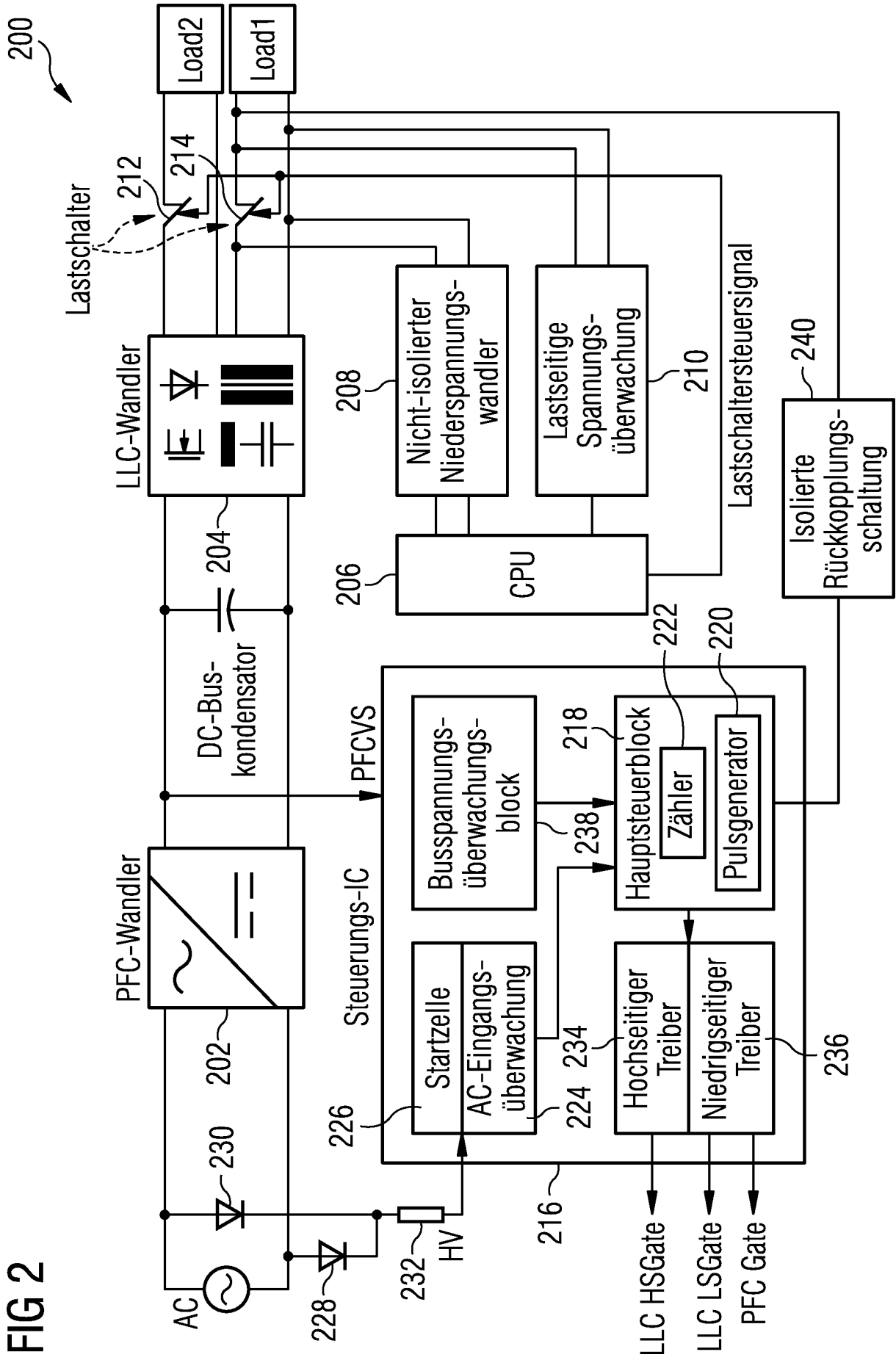


FIG 2



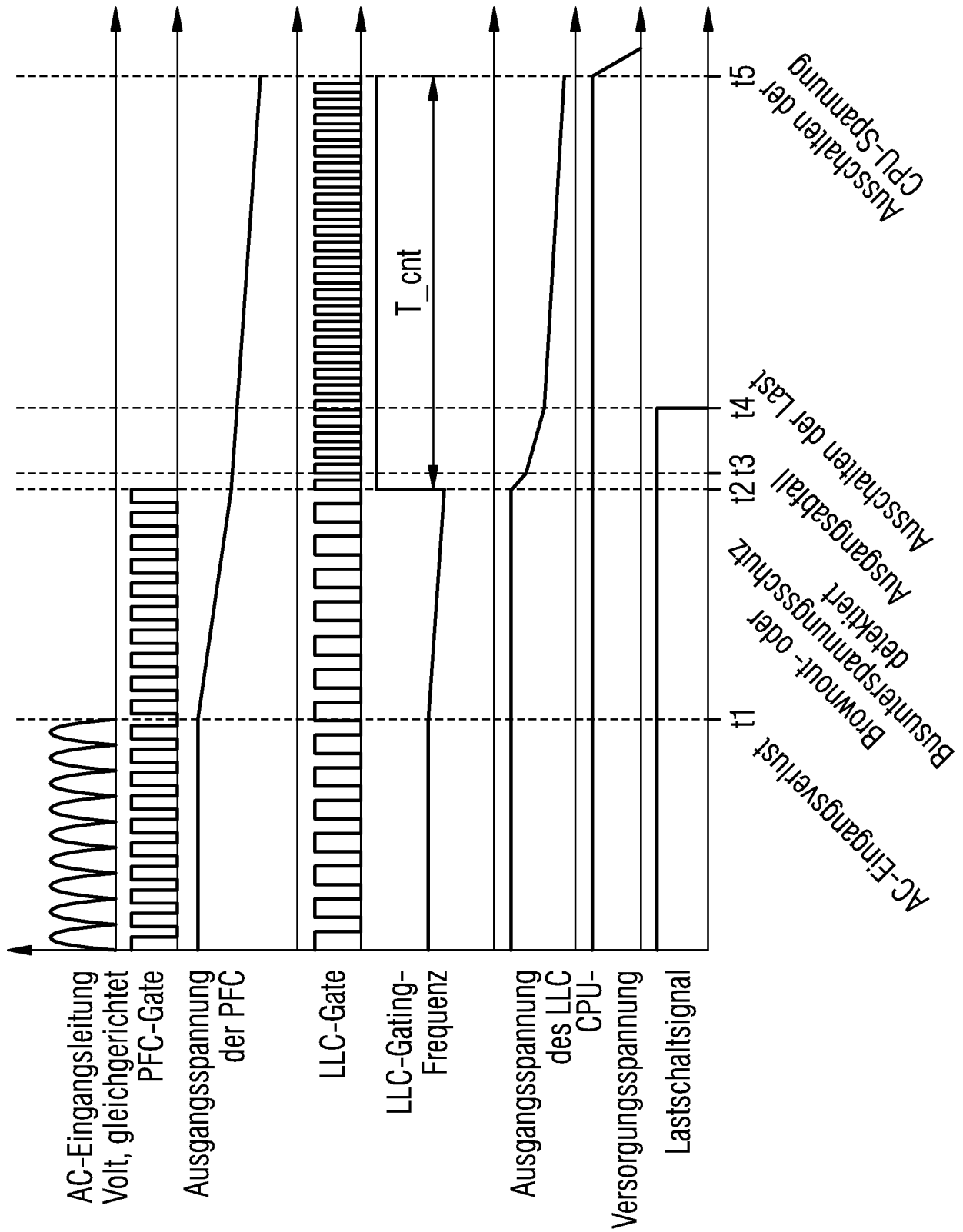


FIG 3

FIG 4

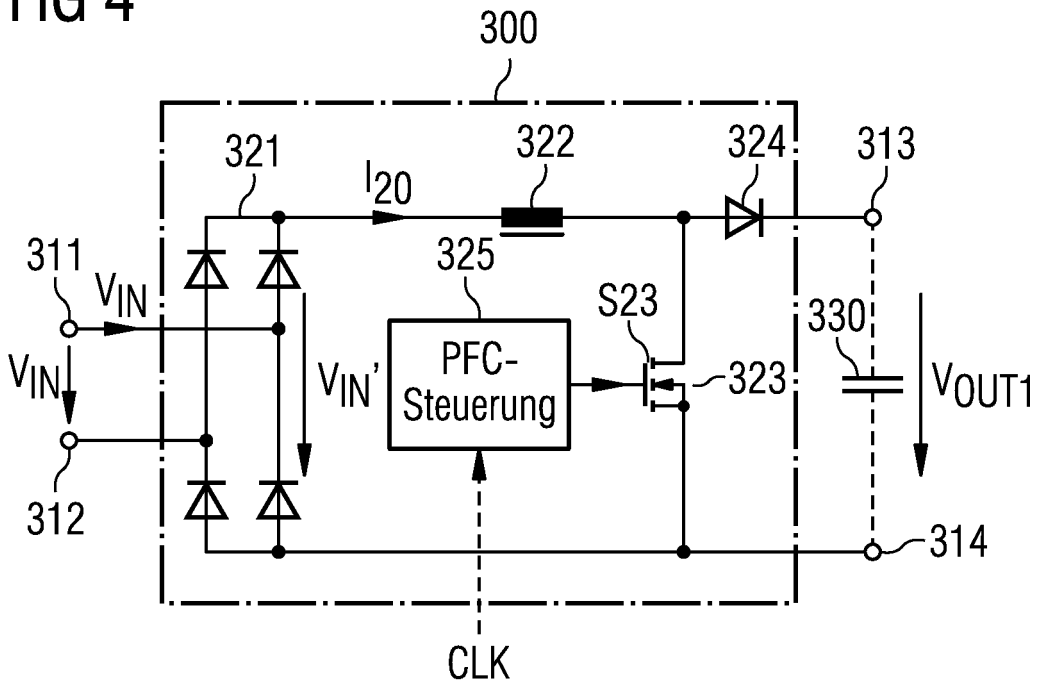


FIG 5

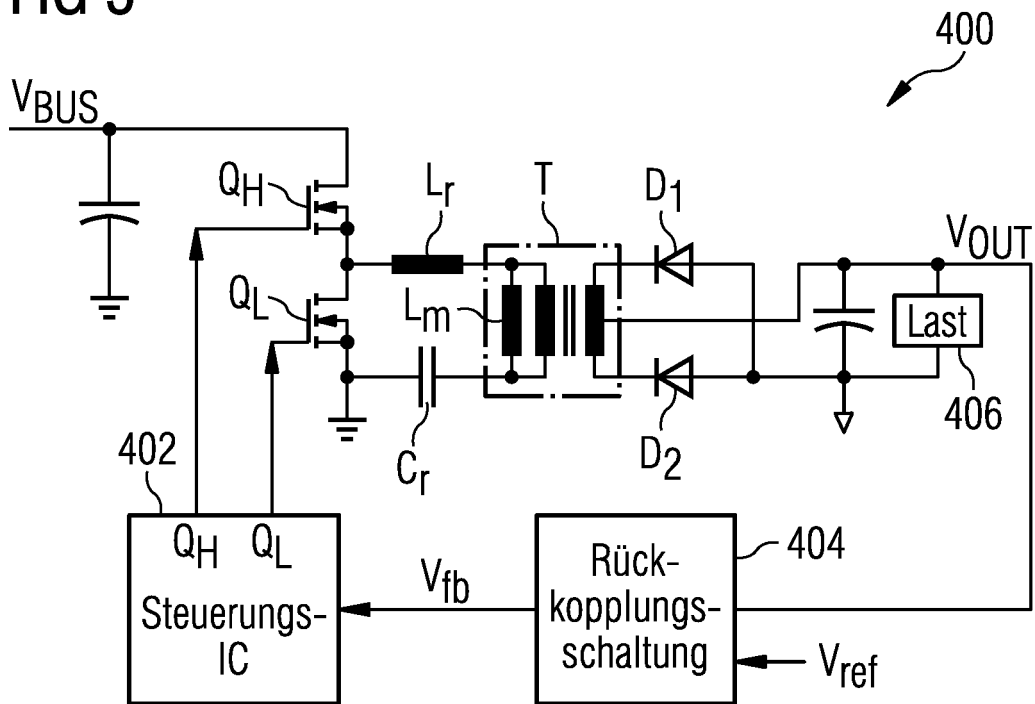
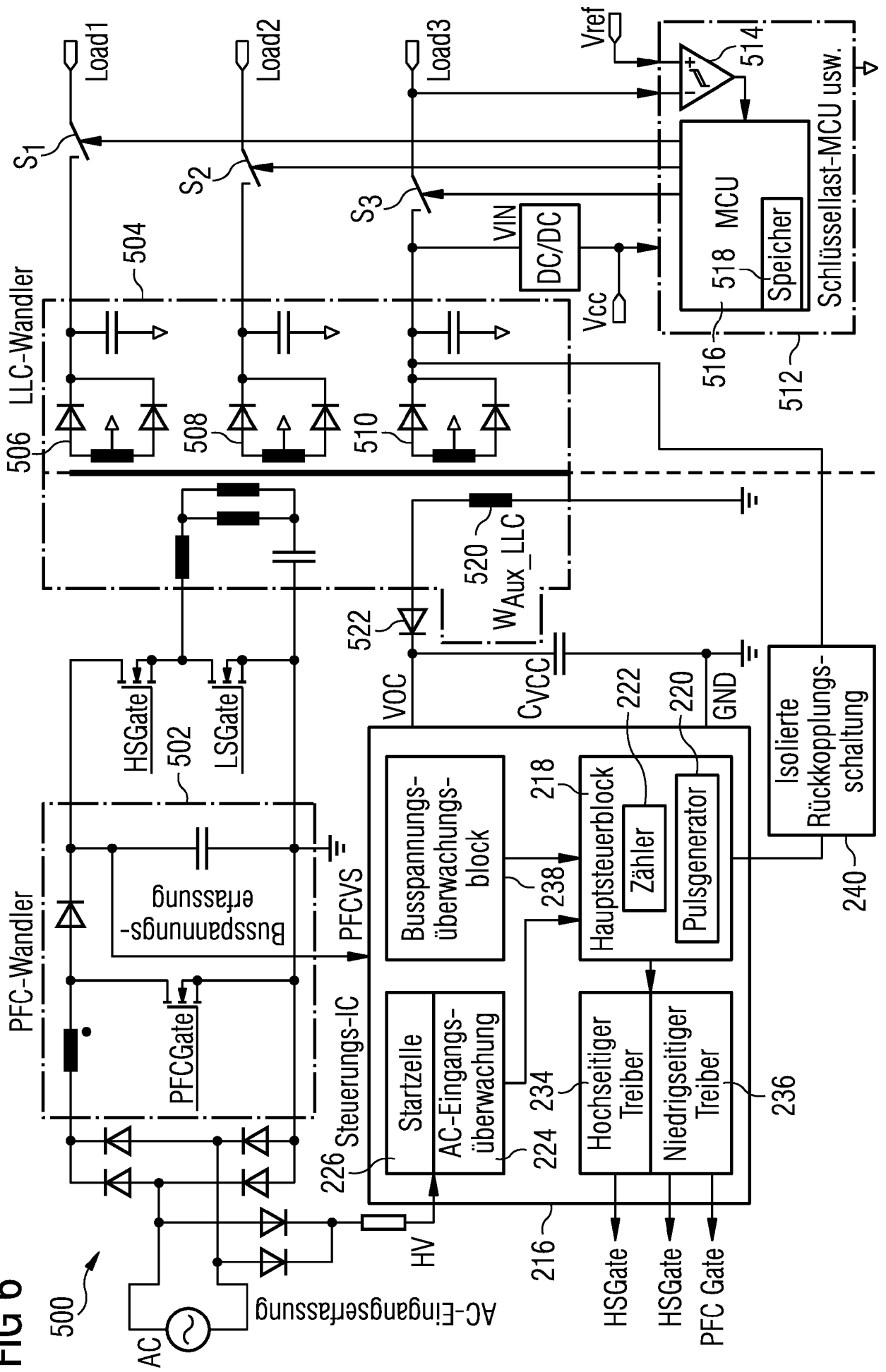
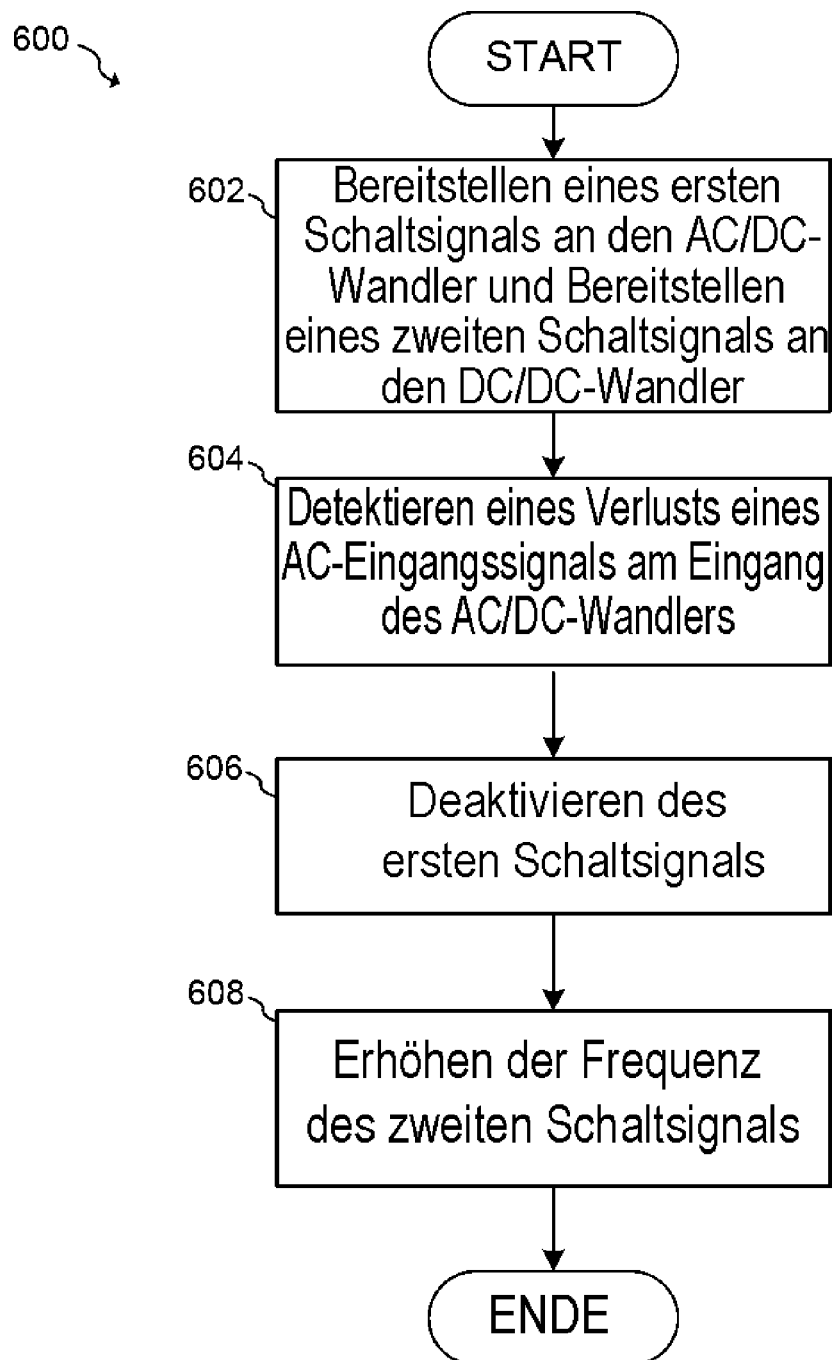


FIG 6





**FIG. 7**