



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 102 639.0**
 (22) Anmeldetag: **06.02.2018**
 (43) Offenlegungstag: **09.08.2018**

(51) Int Cl.: **H02M 3/00 (2006.01)**
H02M 3/335 (2006.01)
H02M 3/156 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
15/426,647 **07.02.2017** **US**

(74) Vertreter:
Kraus & Weisert Patentanwälte PartGmbH, 80539 München, DE

(71) Anmelder:
Infineon Technologies Austria AG, Villach, AT

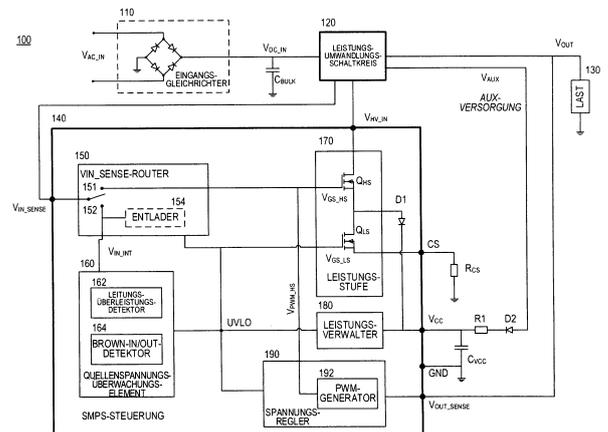
(72) Erfinder:
Teo, Yong Siang, Singapur, SG; Gong, Xiaowu, Singapur, SG; Lim, Kok Kee, Singapur, SG

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Integrierte Steuerung und Leistungsstufe für ein Schaltnetzteil, Schaltnetzteil und entsprechende Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Schaltkreise und Verfahren innerhalb einer Schaltnetzteil(SMPS)-Steuerung sind bereitgestellt. Die SMPS-Steuerung beinhaltet eine SMPS-Leistungsstufe, die innerhalb desselben Gehäuses integriert ist und die einen ersten Leistungsschalter aufweist. Der erste Leistungsschalter wird verwendet, um einen Strom während einer Anlaufphase des SMPS an eine Leistungsversorgung für die SMPS-Steuerung zu liefern, um dadurch diese Leistungsversorgung vor einem Normalbetriebsmodus des SMPS zu laden. Eine Anschlussleitung der SMPS-Steuerung ist während der Anlaufphase mit einem Steueranschluss des ersten Leistungsschalters verbunden. Nach der Anlaufphase wird dieselbe Anschlussleitung stattdessen zu einem Eingangsquellenspannungsüberwachungselement geroutet und wird zum Detektieren von Überspannungs- und Unterspannungszuständen an der SMPS-Eingangleistungsquelle verwendet.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Schaltkreise und Verfahren innerhalb einer Schaltnetzteilsteuerung (SMPS-Steuerung; SMPS: Switched-Mode Power Supply: Schaltnetzteil) und einer SMPS-Leistungsstufe, die innerhalb desselben Gehäuses integriert sind. Insbesondere betreffen die offenbarten Techniken das Verwenden eines SMPS-Steuerung-Pins zum Erfassen eines Eingangsspannungspegels des SMPS während einer Normalbetriebsphase des SMPS und das Verwenden desselben SMPS-Steuerung-Pins, um einen Leistungsschalter zu aktivieren, der eine SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung während einer Anlaufphase des SMPS lädt.

HINTERGRUND

[0002] Schaltnetzteile (SMPS) werden weithin verwendet, um Leistung an Lasten, wie etwa Computer, Fernsehgeräte, Beleuchtungssysteme, Haushaltsgeräte und andere elektronische Vorrichtungen, zu liefern. Wie bei anderen Typen von Netzteilen wandelt ein SMPS elektrische Leistung von einer Leistungsquelle in eine für eine Last geeignetere Form um. Bei typischen Anwendungen wird die Leistungsquelle von einer AC-Netzspannung (AC: Alternating Current - Wechselstrom) mit einer Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz und RMS-Spannungspegeln (RMS: Root Mean Square - quadratisches Mittel) von 90 V bis 240 V erhalten. Das SMPS wandelt typischerweise diese Leistungsquelle in eine DC-Leistung (DC: Direct Current - Gleichstrom) mit niedrigerer Spannung um, die an die Last geliefert wird.

[0003] SMPS weisen mehrere Vorteile gegenüber anderen Netzteiltypen auf. SMPS sind oft erheblich effizienter als andere Netzteiltypen, da SMPS weniger Energie in ohmschen Verlusten verschwenden, wie es z. B. durch Netzteile erfolgt, die auf eine lineare Regelung angewiesen sind. Weil verschwendete Energie typischerweise als Wärme dissipiert werden muss, weisen SMPS reduzierte Wärmedissipationsanforderungen auf, was bedeutet, dass weniger und/oder kleinere Kühlkörper benötigt werden. Des Weiteren erfordern viele SMPS-Konfigurationen keinen Transformator, während andere SMPS-Konfigurationen einen Transformator erfordern, der erheblich kleiner ist, als es für andere Netzteiltypen erforderlich ist. Aus diesen Gründen sind SMPS oft kleiner und weniger teuer als andere Netzteiltypen.

[0004] Während es viele Konfigurationen für SMPS gibt, schalten (aktivieren und deaktivieren) alle von ihnen bei einem gewissen Pegel Leistung, die schlussendlich an eine Ausgangslast geliefert wird. Eine SMPS-Steuerung bestimmt dieses Schalten durch Variieren von Parametern, wie etwa der Frequenz

und/oder des Tastgrades eines pulsbreitenmodulierten (PWM: Pulse-Width-Modulated) Signals, das verwendet wird, um eine oder mehrere Schaltervorrichtungen, z. B. Transistoren, anzusteuern, so dass die Ausgangsleistung, die an die Last geliefert wird, die Anforderungen der Last in Bezug auf Spannung und Strom erfüllt.

[0005] Die SMPS-Steuerung ist selbst eine elektronische Vorrichtung, die mit Leistung versorgt werden muss. Während des Normalbetriebsmodus des SMPS kann die SMPS-Steuerung mit Leistung versorgt werden, indem z. B. dieselbe Ausgangsleistung, die an die Last geliefert wird, abgegriffen wird oder indem eine Hilfswicklung eines Transformators innerhalb des SMPS verwendet wird. Jedoch ist eine solche Leistung lediglich verfügbar, nachdem das SMPS einen stationären (normalen) Betrieb erreicht hat. Irgendein anderes Mittel zum Liefern von Leistung an die SMPS-Steuerung wird während einer Anlaufphase des SMPS benötigt. Eine Lösung ist die Verwendung eines externen Netzteils, allerdings erfordert dies zusätzliche Schaltungsanordnung, die die Kosten und die Größe des SMPS unerwünschterweise erhöht.

[0006] Daher werden Techniken bevorzugt, bei denen das SMPS seine Steuerung selbststartet.

[0007] Viele selbststartende SMPS verwenden eine DC-Eingangleistung, z. B. auf der Primärseite eines isolierten (transformatorbasierten) SMPS, um die Leistungsversorgung für die SMPS-Steuerung während der Anlaufphase des SMPS zu laden. Die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung, fortan als V_{CC} bezeichnet, ist typischerweise mit einem Kondensator, als C_{VCC} bezeichnet, gekoppelt, der dazu dient, die Leistungsversorgungsspannung während des normalen SMPS-Betriebsmodus zu glätten und der Energie speichern kann, um die SMPS-Steuerung während der Anlaufphase mit Leistung zu versorgen. Bei einer einfachen Lösung verbindet ein Anlaufwiderstand einen DC-Eingangleistungsknoten mit der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} und ihrem Kondensator C_{VCC} . Während der Anlaufphase des SMPS fließt Strom durch den Anlaufwiderstand und steigt die Spannung bei V_{CC} an, bis sie einen annehmbaren Betriebspegel für die SMPS-Steuerung, z. B. 16 V, erreicht. Sobald dies eintritt, kann die SMPS-Steuerung einen normalen Betrieb beginnen.

[0008] Jedoch weist die einfache Lösung, die einen Anlaufwiderstand nutzt, zwei zugehörige Probleme auf: Anlaufgeschwindigkeit und Standby-Leistungsverbrauch. Falls der Widerstandswert des Anlaufwiderstands relativ klein ist, dann erreicht die SMPS-Leistungsversorgung V_{CC} einen Betriebspegel schnell, allerdings ist der SMPS-Standby- und/oder -Leichtlast-Leistungsverbrauch aufgrund des anhal-

tenden Leistungsverlustes in dem Anlaufwiderstand hoch. Im Gegensatz dazu führt ein Anlaufwiderstand mit einem großen Widerstandswert zu einem niedrigeren Standby- und Leichtlast-Leistungsverbrauch, allerdings ist die SMPS-Anlaufzeit hoch.

[0009] Eine verbesserte Lösung, die diese Probleme berücksichtigt, nutzt einen dedizierten Leistungsschalter, manchmal als Anlaufzelle bezeichnet, um einen Strom während der Anlaufphase des SMPS von der DC-Eingangleistung an die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} und ihren Kondensator C_{VCC} zu liefern. Eine noch andere verbesserte Lösung verwendet, anstatt einen dedizierten (getrennten) Schalter zu erfordern, einen existierenden Leistungsschalter der SMPS-Leistungsstufe in einer Kaskadenkonfiguration wieder. Jede dieser Lösungen liefert einen starken Strom während der Anlaufphase an die SMPS-Leistungsversorgung V_{CC} , wodurch eine schnelle Anlaufzeit bereitgestellt wird, aber keine hohen Standby-Leistungsverluste auftreten, weil Strom während Leichtlast- oder Standby-Bedingungen nicht unnötig durch den Leistungsschalter fließt. Die Verwendung eines kaskodierten Leistungsschalters zum Laden der SMPS-Leistungsversorgung V_{CC} erfordert, dass der Leistungsschalter so gesteuert wird, dass er während der Anlaufphase, d. h., bevor die SMPS-Steuerung betriebsbereit ist, aktiviert (leitend) ist, aber dass der Leistungsschalter deaktiviert (nichtleitend) ist, wenn kein Strom benötigt wird.

[0010] Schaltkreise und Verfahren zum Liefern von Leistung an eine SMPS-Steuerung während einer Anlaufphase des SMPS sind wünschenswert.

KURZDARSTELLUNG

[0011] Es werden eine integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 1, ein Schaltnetzteil nach Anspruch 13 sowie ein Verfahren nach Anspruch 16 bereitgestellt. Die Unteransprüche definieren weitere Ausführungsformen.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform einer integrierten Steuerung und Leistungsstufe für ein Schaltnetzteil beinhaltet die integrierte Steuerung und Leistungsstufe eine Hochspannungsversorgungsanschlussleitung, eine Eingangsspannungsanschlussleitung, eine SMPS-Steuerung, einen ersten Leistungsschalter, eine Steuerungsleistungsversorgung (d.h. eine Strom/Spannungsversorgung für die Steuerung) und einen Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis. Diese Elemente sind innerhalb desselben Gehäuses integriert. Die Hochspannungsversorgungsanschlussleitung stellt einen ersten Punkt für externen elektrischen Kontakt zu dem Gehäuse bereit und die Eingangsspannungsanschlussleitung stellt einen zweiten Punkt für einen externen elektrischen Kontakt zu dem Gehäuse bereit. Die Steuerungsleistungsversorgung ist da-

zu konfiguriert, elektrische Leistung an die SMPS-Steuerung zu liefern. Der erste Leistungsschalter ist eingerichtet, die Hochspannungsversorgungsleitung mit der Steuerungsleistungsversorgung zu verbinden, um die Steuerungsleistungsversorgung während einer Anlaufphase der SMPS-Steuerung zu laden. Der erste Leistungsschalter beinhaltet einen ersten Leistungsschaltersteueranschluss, der während der Anlaufphase der SMPS-Steuerung mit der Eingangsspannungsanschlussleitung gekoppelt ist. Die SMPS-Steuerung ist eingerichtet, den Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis während einer Normalbetriebsphase der SMPS-Steuerung, die der Anlaufphase folgt, mit der Eingangsspannungsanschlussleitung zu koppeln.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform eines Schaltnetzteils beinhaltet das SMPS eine integrierte Steuerung und Leistungsversorgung, wie oben beschrieben ist. Das SMPS beinhaltet auch einen Erfassungswiderstand, der zwischen der Eingangsspannungsanschlussleitung der integrierten Steuerung und Leistungsstufe und einer Hochspannungsversorgung des Schaltnetzteils gekoppelt ist. Außerdem beinhaltet das SMPS einen Transformator mit einer Hilfswicklung, wobei die Hilfswicklung Leistung während der Normalbetriebsphase der SMPS-Steuerung an die Steuerungsleistungsversorgung liefert. Alternativ dazu beinhaltet das SMPS einen Umwandlungsschaltkreis, der eine Ausgangsleistung, die an die Last des SMPS geliefert wird, in eine Form um, die dazu verwendet werden kann, Leistung während der Normalbetriebsphase der SMPS-Steuerung an die Steuerungsleistungsversorgung zu liefern.

[0014] Gemäß einer anderen Ausführungsform ist ein Verfahren zum Laden einer Steuerungsleistungsversorgung innerhalb einer integrierten Steuerung und Leistungsstufe für ein Schaltnetzteil (SMPS) bereitgestellt. Die integrierte Steuerung und Leistungsstufe beinhaltet eine Hochspannungsversorgungsanschlussleitung, eine Eingangsspannungsanschlussleitung, eine SMPS-Steuerung, einen ersten Leistungsschalter, die Steuerungsleistungsversorgung und einen Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis, die innerhalb desselben Gehäuses integriert sind. Das Verfahren beginnt durch Detektieren, dass eine Eingangsspannung an der Eingangsspannungsanschlussleitung oberhalb einer Schaltereinschaltswelle für den ersten Leistungsschalter liegt. Als Reaktion auf dieses Detektieren wird der erste Leistungsschalter eingeschaltet, so dass die Hochspannungsversorgungsanschlussleitung mit der Steuerungsleistungsversorgung verbunden wird, um dadurch die Steuerungsleistungsversorgung während einer Anlaufphase der SMPS-Steuerung zu laden. Anschließend an die Anlaufphase der SMPS-Steuerung wird der Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis mit der Eingangsspannungsan-

schlussleitung gekoppelt, so dass eine Normalbetriebsphase der SMPS-Steuerung beginnen kann.

[0015] Zusätzliche Merkmale und Vorteile werden für einen Fachmann bei der Lektüre der folgenden ausführlichen Beschreibung und bei der Betrachtung der begleitenden Zeichnungen ersichtlich.

Figurenliste

[0016] Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise relativ zueinander maßstabsgetreu. Gleiche Bezugsziffern bezeichnen entsprechende ähnliche Teile. Die Merkmale der verschiedenen veranschaulichten Ausführungsformen können miteinander kombiniert werden, es sei denn, sie schließen sich gegenseitig aus. Ausführungsformen sind in den Zeichnungen dargestellt und sind in der folgenden Beschreibung ausführlich beschrieben.

Fig. 1 veranschaulicht ein Schaltnetzteil (SMPS) einschließlich einer SMPS-Steuerung, die einen einzigen Pin zum Erfassen einer Eingangsspannung des SMPS und zum Steuern des Ladens der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung verwendet.

Fig. 2 veranschaulicht ein SMPS ähnlich jenem aus **Fig. 1**, das aber auch eine zusätzliche Schaltungsanordnung für eine Ausführungsform zeigt, wobei das SMPS ein Sperrwandler ist.

Fig. 3 veranschaulicht ein SMPS ähnlich jenem aus **Fig. 1**, das aber auch eine zusätzliche Schaltungsanordnung für eine Ausführungsform zeigt, wobei das SMPS ein Abwärtswandler ist.

Fig. 4 veranschaulicht eine ausführliche Schaltungsanordnung für eine Ausführungsform eines Leistungsverwalters, wie etwa jenes in **Fig. 1** gezeigten.

Fig. 5 veranschaulicht eine ausführliche Schaltungsanordnung für eine Ausführungsform eines V_{IN_SENSE} -Routers, wie etwa jenes in **Fig. 1** gezeigten.

Fig. 6 veranschaulicht Spannungswellenformen, die mit der SMPS-Steuerung aus **Fig. 1** assoziiert sind, während einer Anlaufphase des SMPS, wenn die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung geladen wird.

Fig. 7 veranschaulicht Spannungswellenformen, die mit der SMPS-Steuerung aus **Fig. 1** assoziiert sind, wenn die Anlaufphase des SMPS beendet ist und ein Beginn eines Normalbetriebs gerade bevorsteht.

Fig. 8 veranschaulicht ein Verfahren, wie innerhalb einer SMPS-Steuerung implementiert, zum Laden der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung unter Verwendung eines Eingangsspannungserfassungspins.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Hier beschriebene Ausführungsformen stellen Schaltkreise und Verfahren zum Laden der Leistungsversorgung einer Schaltnetzteil(SMPS)-Steuerung während einer Anlaufphase des SMPS bereit. Die beschriebenen Techniken reduzieren die Schaltkreiskomponenten außerhalb der SMPS-Steuerung, stellen eine schnelle Anlaufzeit bereit, minimieren einen Standby-Leistungsverbrauch und minimieren die erforderliche Gehäusegröße und die erforderlichen Gehäusekosten der SMPS-Steuerung. Spezieller reduzieren, oder zumindest erhalten, die Schaltkreise und Verfahren die Pinanzahl der SMPS-Steuerung im Vergleich zu vorherigen Techniken zum Laden einer SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung.

[0018] Die SMPS-Steuerung ist mit einer SMPS-Leistungsstufe in einem einzigen Gehäuse integriert. Die SMPS-Leistungsstufe beinhaltet einen Leistungsschalter, der zwei Funktionen dient. Während des Normalbetriebs des SMPS schaltet der Leistungsschalter einen SMPS-Eingangstrom, z. B. auf der Primärseite eines Transformators, um die Leistung (Spannung und Strom) bereitzustellen, die durch eine Last des SMPS benötigt wird. Außerdem leitet der Leistungsschalter während einer Anlaufphase des SMPS Strom von der SMPS-Eingangsquelle zu der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung, wodurch die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung mit Energie geladen wird, die notwendig ist, damit das SMPS in einen Normalbetriebsmodus eintritt. Eine Hochspannungsversorgungsanschlussleitung (-Pin) des Gehäuses ist mit dem Leistungsschalter verbunden und wird während sowohl der Anlaufphase als auch des Normalbetriebsmodus verwendet; es ist keine zusätzliche Hochspannungsanschlussleitung erforderlich, um das Anlauladen der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung zu implementieren.

[0019] Während des Normalbetriebsmodus erfasst (misst) eine SMPS-Steuerung die Spannung der SMPS-Eingangsquelle aus einer Vielzahl von Gründen. Zum Beispiel sollte jeglicher Überspannungs- oder Unterspannungs(Brownout)-Zustand bei der SMPS-Eingangsquelle detektiert werden, so dass die SMPS-Steuerung eine korrigierende Maßnahme ergreifen kann. Die SMPS-Steuerung beinhaltet eine Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung für diesen Zweck. Die hier beschriebenen Ausführungsformen verwenden diese Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung während der Anlaufphase des SMPS wieder. Spezieller wird die Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung, die typischerweise durch eine heruntergeteilte Version einer Hochspannungseingangsquelle des SMPS angesteuert wird, verwendet, um ein Steuersignal während der Anlaufphase an den Leistungsschalter zu liefern. Die Spannung an der Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung, oder der Strom, der in diese fließt,

schaltet den Leistungsschalter ein, der wiederum Strom an die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung leitet. Dieser Strom lädt die Leistungsversorgung mit Energie, so dass die SMPS-Steuerung in ihren Normalbetriebsmodus eintreten kann. Sobald der Normalbetriebsmodus des SMPS einsetzt, geht die Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung zu ihrer normalen Rolle des Erfassens der SMPS-Eingangsspannung zu Zwecken z. B. des Detektierens einer Überspannung oder Unterspannung der SMPS-Eingangsspannung über.

[0020] Bei Unterausführungsformen der vorliegenden Schaltkreise und Verfahren werden die Anlaufverwendung der Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung zum Steuern des Leistungsschalters und die Normalmodusverwendung der Anschlussleitung des Erfassens der Eingangsspannung durch eine Initialisierungsverzögerungsperiode getrennt. Während dieser Verzögerungsperiode kann die Spannung an der Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung aktiv entladen werden, um die Spannung an diesem Knoten auf einen Pegel zu reduzieren, der konsistent mit einer Spannung ist, die während des Normalbetriebs des SMPS erwartet wird. Dies verhindert, dass z. B. eine Hochspannung, die während des Anlaufens der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung aufgebaut wird, als eine Überspannungsbedingung der SMPS-Eingangsquelle am Anfang des Normalbetriebs des SMPS fehlinterpretiert wird.

[0021] Verschiedene Ausführungsformen werden nun in der folgenden Beschreibung und den assoziierten Figuren beschrieben. Diese Ausführungsformen stellen bestimmte Beispiele zu Erklärungszwecken bereit und sind nicht als Beschränkung der Erfindung gedacht. Merkmale und Aspekte aus den Ausführungsbeispielen können kombiniert oder neu angeordnet werden, es sei denn, der Kontext lässt dies nicht zu. Einige Ausführungsformen sind in der Form elektrischer Schaltkreise, einschließlich elektrischer Komponenten mit speziellen Werten, präsentiert. Ein Fachmann erkennt, dass die Schaltkreisausführungsformen modifiziert werden können, indem z. B. Komponentenwerte geändert werden, um die Anforderungen bestimmter Anwendungen zu erfüllen. Für diese Ausführungsformen sollen die spezielle Topologie der offenbaren Schaltkreise und die speziellen Komponenten, die darin verwendet werden, nicht die Erfindung beschränken.

[0022] Die Ausführungsformen betreffen ein SMPS und Verfahren darin. SMPS sind allgemein in der Technik wohlbekannt. Um eine Verschleierung der einzigartigen Aspekte der Erfindung zu vermeiden, werden wohlbekanntere Aspekte, die die Steuerung des SMPS betreffen, nicht ausführlich besprochen und sind innerhalb der Figuren in Blockdiagrammform gezeigt. Solche wohlbekannteren Aspekte be-

inhalten Bestimmen der Frequenz und des Tastgrades für das Schalten, z. B. unter Verwendung einer Spannungsausgabe des SMPS, um solche Parameter unter Verwendung einer SMPS-Steuerung mit geschlossener Schleife zu bestimmen und/oder anzupassen, oder Einstellen solcher Parameter auf feste Werte für eine SMPS-Steuerung mit offener Schleife. Gleichmaßen werden hier ausführliche Techniken zum Behandeln von Fehlerbedingungen (z. B. Überspannung, Brownout), die an der Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung detektiert werden, nicht behandelt, da solche Techniken ebenfalls wohlbekannt sind. Stattdessen konzentriert sich die folgende Beschreibung auf die einzigartigen Aspekte des Ladens der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung unter Verwendung eines Leistungsschalters und des Verwendens der Eingangsspannungserfassungsanschlussleitung zum Steuern des Leistungsschalters während der Anlaufphase des SMPS.

[0023] Ein SMPS kann unter Verwendung einer Vielzahl von Topologien, wie etwa Sperr, Durchfluss, Abwärts, Aufwärts Abwärts-Aufwärts usw., implementiert werden. Die hier beschriebenen Techniken treffen gleichermaßen auf einige solcher Topologien zu. Um eine unnötige Komplexität zu vermeiden, werden die Ausführungsbeispiele unter Verwendung eines begrenzten Satzes von Topologien beschrieben, mit dem Verständnis, dass die Erfindung gleichermaßen auch innerhalb anderer SMPS-Topologien implementiert werden kann.

[0024] Fig. 1 veranschaulicht eine Ausführungsform eines SMPS **100** einschließlich einer Schaltungsanordnung zum Laden einer Leistungsversorgung V_{CC} einer SMPS-Steuerung **140** innerhalb des SMPS **100**. Das SMPS **100** gibt Wechselstrom(AC)-Leistung von z. B. einer Netzversorgung ein und liefert eine Ausgangsleistung an eine Last **130** des SMPS **100** bei einer Ausgangsspannung V_{OUT} . Das veranschaulichte SMPS **100** beinhaltet einen Eingangsgleichrichter **110**, einen Leistungsumwandlungsschaltkreis **120**, die Last **130** und die SMPS-Steuerung **140**.

[0025] Der Eingangsgleichrichter **110** ist unter Verwendung von vier Leistungsdioden in einer herkömmlichen Brückenkonfiguration implementiert. Der Eingangsgleichrichter **110** gibt eine AC-Spannung V_{AC_IN} ein und gibt eine Gleichstrom(DC)-Spannung V_{DC_IN} aus, die typischerweise eine relative hohe Spannung ist. Der Eingangsgleichrichter **110** ist als optional gezeigt, da manche Anwendungen direkt eine DC-Leistung bereitstellen können. Zum Beispiel kann eine tragbare Vorrichtung durch eine Batterie mit Leistung versorgt werden, wobei in diesem Fall eine Batterie eine DC-Leistung ohne die Notwendigkeit eines Gleichrichters bereitstellt. Bei einem anderen Beispiel kann eine vorgeschaltete Leistungsversorgung (SMPS oder anderweitig) eine DC-Leistung an das

SMPS **100** liefern. Ein Volumenkondensator C_{BULK} filtert die DC-Spannung $V_{\text{DC_IN}}$.

[0026] Der Leistungsumwandlungsschaltkreis **120** gibt die DC-Spannung $V_{\text{DC_IN}}$ ein und liefert die Ausgangsspannung V_{OUT} an die Last **130**, wobei er ebenso eine Hilfsversorgung V_{AUX} bereitstellt, die während des Normalbetriebsmodus des SMPS zur Versorgung der SMPS-Steuerung **140** mit Leistung verwendet wird. Die spezielle Schaltungsanordnung innerhalb des Leistungsumwandlungsschaltkreises **120** ist von der SMPS-Topologie abhängig. Für eine isolierte SMPS-Topologie beinhaltet der Leistungsumwandlungsschaltkreis **120** einen Transformator zum Herauf- oder Herabtransformieren der Eingangsspannung $V_{\text{DC_IN}}$. Eine nichtisolierte SMPS-Topologie, wie etwa ein Abwärtswandler, beinhaltet keinen Transformator, sondern beinhaltet stattdessen eine Induktivität. Für sowohl isolierte als auch nichtisolierte Topologien beinhaltet der Leistungswandlungsschaltkreis **120** typischerweise eine Schaltungsanordnung zum Gleichrichten und Filtern einer Zwischenspannung, um die Ausgangsspannung V_{OUT} zu produzieren. Ausführlichere beispielhafte Schaltkreise des Leistungsumwandlungsschaltkreises **120** sind in **Fig. 2** und **Fig. 3** veranschaulicht und hier nachfolgend beschrieben.

[0027] Die SMPS-Steuerung **140** steuert den Leistungsfluss durch den Leistungsumwandlungsschaltkreis **120**, um die von der Last **130** benötigte Leistung bereitzustellen. Die SMPS-Steuerung **140** beinhaltet eine Leistungsstufe **170**, die innerhalb desselben Gehäuses integriert ist. Die Leistungsstufe **170** und die anderen Komponenten der SMPS-Steuerung **140** können auf einem einzigen Halbleiter-Die integriert sein oder können über mehrere Halbleiter-Dies verteilt sein, die in einem einzigen Gehäuse, z. B. in einem Mehrfachchipmodul (MCM: Multi-Chip Module) enthalten sind. Die SMPS-Steuerung **140** beinhaltet außerdem einen V_{IN} -Erfassungsrouten 150, ein Quellenspannungsüberwachungselement **160**, einen Leistungsverwalter **180** und einen Spannungsregler **190**.

[0028] Die SMPS-Steuerung **140** und ihre Bestandteile können unter Verwendung einer Kombination aus analogen Hardwarekomponenten (wie etwa Transistoren, Verstärkern, Dioden, Komparatoren und Widerständen) und einer Prozessorschaltungsanordnung, die hauptsächlich digitale Komponenten beinhaltet, implementiert sein. Die Prozessorschaltungsanordnung kann einen digitalen Signalprozessor (DSP) und/oder einen Allzweckprozessor und/oder einen anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis (ASIC: Application-Specific Integrated Circuit) beinhalten. Die Steuerung **140** kann auch einen Speicher, z. B. einen nichtflüchtigen Speicher, wie etwa Flash, der Anweisungen oder Daten zur Verwendung durch die Prozessorschaltungsanord-

nung beinhaltet, und einen oder mehrere Timer beinhalten.

[0029] Der V_{IN} -Erfassungsrouten 150 beinhaltet Routing-Schalter **151**, **152**, die eine $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung (-Pin) während einer Anlaufphase des SMPS **100** mit dem Steueranschluss eines High-Side-Leistungsschalters Q_{HS} der Leistungsstufe **170** und während des Normalbetriebs des SMPS **100** mit dem Quellenspannungsüberwachungselement **160** verbinden. In Vorbereitung auf das Eintreten in den Normalbetrieb des SMPS **100**, kann der V_{IN} -Erfassungsrouten 150 die $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung an einen Entlader **154** darin koppeln, der dazu konfiguriert ist, die Spannung an der $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung schnell auf eine Normalbetriebsspannung zu entladen. Ein UVLO-Signal (UVLO: UnderVoltage LockOut - Unterspannungssperre-) wird an den V_{IN} -Erfassungsrouten 150 geliefert und bestimmt, wo die $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung (-Pin) geroutet wird, d. h., das UVLO-Signal gibt an, ob sich das SMPS **100** in einem Normalbetriebsmodus befindet oder nicht. Der Entlader **154** ist als optional gezeigt, da er bei manchen Ausführungsformen möglicherweise nicht enthalten ist. Eine ausführlichere Schaltungsanordnung für den V_{IN} -Erfassungsrouten 150 ist in **Fig. 5** veranschaulicht.

[0030] Das Quellenspannungsüberwachungsgerät **160** beinhaltet einen Leitungsüberspannungsdetektor **162** und einen Brown-In/Out(Unterspannung)-Detektor **164**. Während Normalbetriebsbedingungen ist die $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung direkt oder indirekt mit dem Quellenspannungsüberwachungselement **160** verbunden, so dass Überspannungs- und/oder Unterspannungsbedingungen der Quelleneingangsspannung $V_{\text{DC_IN}}$ (wie z. B. durch Überspannung/Unterspannung der AC-Netzspannung $V_{\text{AC_IN}}$ verursacht) detektiert werden können. (Während Anlauf- oder anderer abnormaler Betriebszustände, wenn die $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung nicht zu dem Quellenspannungsüberwachungselement **160** geroutet wird, kann das Quellenspannungsüberwachungselement **160** deaktiviert sein. Ein solches Deaktivieren kann durch das UVLO- oder ein ähnliches Signal von dem Leistungsverwalter **180** gesteuert werden.) Als Reaktion auf das Detektieren eines abnormalen Zustands der Quelleneingangsspannung $V_{\text{DC_IN}}$ gibt das Quellenspannungsüberwachungselement **160** den abnormalen Zustand anderen Komponenten der SMPS-Steuerung **140** an. Zum Beispiel kann der Überspannungsdetektor **162** dem Spannungsregler **190** einen Überspannungszustand angeben, so dass der PWM-Generator **192** darin ein PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ verändern kann, das an die Leistungsstufe **170** geliefert wird, um die Leistungsmenge zu reduzieren, die durch den Leistungswandlungsschaltkreis **120** übertragen wird. Im Gegensatz dazu kann der Brown-In/Out-Detektor **164** dem Spannungsregler **190** einen Unterspannungs-

zustand angeben, so dass der PWM-Generator **192** darin das PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ verändern kann, das an die Leistungsstufe **170** geliefert wird, um die Leistungsmenge zu erhöhen, die durch den Leistungswandlungsschaltkreis **120** übertragen wird. Für starke Über- oder Unterspannungszustände kann das Quellenspannungsüberwachungselement **160** dem Leistungsverwalter **180** angeben, dass der Normalbetrieb des SMPS **100** ausgesetzt werden sollte. Der Überspannung- und der Brownout-Detektor **162**, **164** sind typischerweise unter Verwendung von Komparatoren implementiert, wie es innerhalb von Quellenspannungsüberwachungselementen üblich ist.

[0031] Der Spannungsregler **190** beinhaltet einen PWM-Signalgenerator **192** (PWM: Pulse-Width-Modulation: Pulsbreitenmodulation), der das PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ während des Normalbetriebs des SMPS **100** erzeugt. Das erzeugte PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$, das die Steueranschlussspannung $V_{\text{GS_HS}}$ des High-Side-Leistungsschalters Q_{HS} während des Normalbetriebs des SMPS ansteuert, bestimmt die Leistungsmenge, die durch den Leistungsumwandlungsschaltkreis **120** übertragen wird. Eine Rückkopplungssteuerung, wie etwa eine (zur einfacheren Veranschaulichung nicht gezeigte) PID-Steuerung (PID: Proportional-Integral-Derivative - proportional-integrierendableitend), innerhalb des Spannungsreglers **190** bestimmt Parameter für den PWM-Generator **192** basierend auf der SMPS-Ausgangsspannung V_{OUT} , wie sie an einer $V_{\text{OUT_SENSE}}$ -Anschlussleitung der SMPS-Steuerung **140** gemessen wird. Alternativ dazu kann eine Steuerung mit offener Schleife feste Parameter erzeugen, die nicht auf der SMPS-Ausgangsspannung V_{OUT} basieren. Steuerungen mit geschlossener Rückkopplungsschleife und mit offener Schleife sind in der Technik wohlbekannt und werden hier nicht ausführlicher beschrieben. Der PWM-Generator **192** kann ein PWM-Signal mit einer festen Frequenz erzeugen, bei dem der Tastgrad des PWM-Signals variiert wird, kann ein Signal erzeugen, bei dem die Frequenz variiert wird und der Tastgrad fest gehalten wird, oder kann ein Signal erzeugen, bei dem sowohl die Frequenz als auch der Tastgrad variiert werden. Während der in **Fig. 1** veranschaulichte PWM-Generator **192** nur ein PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ erzeugt, erfordern manche SMPS-Topologien die Erzeugung mehrerer PWM-Signale. Zum Beispiel erfordert ein Halbbrücken(HB)-Wandler die Erzeugung von zwei PWM-Signalen, wohingegen ein Vollbrücken(FB: Full Bridge)-Wandler, der eine phasenverschobene Modulation verwendet, die Erzeugung von vier PWM-Signalen erfordert. Wenn sich das SMPS **100** nicht in einem Normalbetriebsmodus befindet, wie z. B. durch ein inaktives UVLO-Signal während einer Anlaufphase des SMPS **100** angegeben wird, ist der Spannungsregler **190** typischerweise deaktiviert und erzeugt der PWM-Generator **192** das PWM-Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ nicht, z. B. kann dieses Signal potentialfrei sein.

[0032] Die in **Fig. 1** veranschaulichte Leistungsstufe **170** beinhaltet High-Side- und Low-Side-Leistungsschalter Q_{HS} , Q_{LS} . Der Low-Side-Leistungsschalter Q_{LS} ist eingeschaltet, so dass er leitet, wenn das UVLO-Signal einen Normalbetrieb des SMPS **100** angibt. (Das UVLO-Signal ist mit dem Schaltersteueranschluss, z. B. Gate, des Low-Side-Schalters Q_{LS} gekoppelt.) Der Eingang (z. B. Drain) des Low-Side-Leistungsschalters Q_{LS} ist mit dem Ausgang (z. B. Source) des High-Side-Schalters Q_{HS} verbunden. Der Ausgang (z. B. Source) des Low-Side-Schalters Q_{LS} wird zu einer CS-Anschlussleitung (CS: Current Sense: Stromerfassung) der SMPS-Steuerung **140** geroutet. Indem ein Stromerfassungswiderstand R_{cs} mit der CS-Anschlussleitung verbunden wird, kann eine CS-Spannung an der CS-Anschlussleitung gemessen werden und verwendet werden, um einen Strom abzuleiten, der durch die Leistungsstufe **170** fließt. Der abgeleitete Strom kann an den Spannungsregler **190** geleitet werden, um die Leistungsmenge zu bestimmen, die durch den Leistungsumwandlungsschaltkreis **120** übertragen wird. Während Perioden, wenn das UVLO-Signal keinen Normalbetrieb angibt, z. B. während einer Anlaufphase des SMPS **100**, leitet der Low-Side-Schalter Q_{LS} nicht.

[0033] Der High-Side-Schalter Q_{HS} beinhaltet einen Schaltersteueranschluss (z. B. Gate) und einen Eingangsanschluss (z. B. Drain), der mit der Hochspannungsquellenanschlussleitung $V_{\text{HV_IN}}$ der SMPS-Steuerung **140** verbunden ist. Während des Normalbetriebs des SMPS **100** wird der High-Side-Schaltersteueranschluss durch den PWM-Generator **192** angesteuert und ist nicht mit der $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung verbunden. Während der Anlaufphase des SMPS **100** ist der High-Side-Schaltersteueranschluss stattdessen über den $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Router **150** mit der $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung verbunden. (Der PWM-Generator **192** ist während der Anlaufphase des SMPS **100** deaktiviert und erzeugt keinerlei Signal $V_{\text{PWM_HS}}$ zum Ansteuern des High-Side-Schalter-Steueranschlusses.) Sobald die Spannung $V_{\text{GS_HS}}$ an dem High-Side-Schalter-Steueranschluss eine Einschaltsschwellenspannung erreicht, schaltet sich der High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} ein und beginnt, Strom von der Hochspannungsquellenanschlussleitung $V_{\text{HV_IN}}$ zu leiten. Weil der Low-Side-Schalter Q_{LS} während der Anlaufphase ausgeschaltet ist, fließt dieser Strom durch eine Sperrdiode $D1$ und lädt die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} und ihren Kondensator C_{VCC} , wodurch die Spannung von V_{CC} erhöht wird.

[0034] Die Leistungsschalter Q_{HS} , Q_{LS} sind in **Fig. 1** als Anreicherungs-MOSFETs (MOSFET: Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors - Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren) veranschaulicht, aber es können andere Schaltertypen verwendet werden. Beispielsweise können Sperrschicht-Feldeffekttransistoren (JFETs: Junction Field-Effect

Transistors), Bipolartransistoren (BJTs: Bipolar Junction Transistors), Bipolartransistoren mit isoliertem Gate (IGBTs: Insulated Gate Bipolar Transistors), Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit (HEMTs: High Electron Mobility Transistors) oder andere Arten von Leistungstransistoren in manchen Anwendungen bevorzugt sein. Bei vielen Anwendungen können Ansteuerungsschaltkreise, die in **Fig. 1** zur einfacheren Veranschaulichung nicht gezeigt sind, den Steueranschlüssen (z. B. Gates) für die Leistungsschalter Q_{HS} , Q_{LS} vorgeschaltet enthalten sein.

[0035] Der Leistungsverwalter **180** überwacht die Spannung der SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} und detektiert, wenn diese Spannung einen Schwellenpegel V_{TURN_ON} (z. B. 16 V) erreicht, der hoch genug ist, um den Normalbetrieb des SMPS **100** zu beginnen. Bei einer solchen Detektion, d. h. bei $V_{CC} > V_{TURN_ON}$, setzt der Leistungsverwalter **180** das ULVO-Signal, wodurch der bevorstehende Beginn des Normalbetriebs angegeben wird. Das UVLO-Signal wird an den V_{IN} -Erfassungsrouten 150, das Quellenspannungsüberwachungselement **160**, den Spannungsregler **190** und den Low-Side-Leistungsschalter Q_{LS} geliefert, wodurch jedem dieser Schaltkreise angegeben wird, dass der normale SMPS-Betrieb entweder unmittelbar oder nach einer Verzögerung beginnen kann. Sobald der Normalbetrieb angefangen hat, kann der Leistungsverwalter **180** fortfahren, die Spannung V_{CC} zu überwachen, um sicherzustellen, dass sie innerhalb eines annehmbaren Betriebsbereichs verbleibt. Sollte die Spannung V_{CC} unter einen unannehmbar niedrigen Spannungspegel V_{ERR} (z. B. 10 V) fallen, d. h. es wird detektiert, dass $V_{CC} < V_{ERR}$ gilt, kann der Leistungsverwalter **180** das UVLO-Signal zurücksetzen, wodurch angegeben wird, dass der Normalbetrieb enden sollte. Als Reaktion auf eine solche Zurücksetzung des UVLO-Signals kann sich die SMPS-Steuerung **140** abschalten oder in die Anlaufphase wiedereintreten. Eine ausführliche Schaltungsanordnung für den Leistungsverwalter **180** ist in **Fig. 4** veranschaulicht, die weiter unten beschrieben ist.

[0036] Wenn die SMPS-Steuerung **140** in den Normalbetriebsmodus eintritt, wird der Low-Side-Leistungsschalter Q_{LS} aktiviert (leitet) und präsentiert für den Strom, der von dem High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} fließt, im Vergleich zu dem Leitungspfad durch die Diode $D1$ einen Pfad mit niedrigerer Impedanz. Daher wird kein Strom über die Diode $D1$ an die SMPS-Leistungsversorgung V_{CC} geliefert. Stattdessen stellt der Leistungsumwandlungsschaltkreis **120** eine Hilfsversorgung V_{AUX} bereit, die einen Strom über die Diode $D2$ und einen Widerstand $R1$ an V_{CC} liefert. Die Hilfsversorgung V_{AUX} kann von der SMPS-Ausgangsversorgung V_{OUT} abgeleitet werden oder kann durch irgendeine andere Quelle, wie etwa eine Hilfswicklung eines Transformators innerhalb des

Leistungsumwandlungsschaltkreises **120**, bereitgestellt werden. Beispiele für solche Hilfsversorgungen sind in **Fig. 2** und **Fig. 3** bereitgestellt und unten beschrieben.

[0037] **Fig. 2** veranschaulicht einen SMPS-Schaltkreis **200** mit einer isolierten Topologie in einer Sperrkonfiguration. Die SMPS-Steuerung **140** ist größtenteils gleich jener in **Fig. 1** veranschaulichten. Der Leistungsumwandlungsschaltkreis **220** beinhaltet einen Transformator **222** mit einer Primärwicklung **222a**, einer Sekundärwicklung **222b** und einer Hilfswicklung **222c**. Die Primärwicklung **222a** koppelt die DC-Eingangsspannung V_{DC_IN} mit der Hochspannungsquellenanschlussleitung V_{HV_IN} der SMPS-Steuerung **140**. Während einer Anlaufphase des SMPS **200** fließt Strom von der DC-Eingangsspannung V_{DC_IN} durch die Primärwicklung **222a** und in die Anschlussleitung V_{HV_IN} , wodurch die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} über den High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} geladen wird. (Wie zuvor erklärt, routet der V_{IN} -Erfassungsrouten 150 ein Signal an den Steueranschluss des High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} während der Anlaufphase, wodurch der High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} eingeschaltet wird.)

[0038] Während des Normalbetriebs des SMPS **200** erlauben Komponenten $R2$, $C1$, $D3$, dass die SMPS-Steuerung **140** und die Leistungsstufe **170** darin schaltbar Strom von der DC-Eingangsspannung V_{DC_IN} ziehen, wodurch eine AC-Spannung über die Primärwicklung **222a** erzeugt wird. Die AC-Spannung, die über die Primärwicklung **222a** erzeugt wird, induziert eine AC-Spannung über die Hilfswicklung **222c**, die wiederum Strom von der Hilfsversorgung V_{AUX} an die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} liefert. Eine Sperrdiode $D2$ stellt sicher, dass nur positiver Strom in V_{CC} fließt. Ein Widerstand $R1$ und der Kondensator C_{VCC} filtern (glätten) die sich ergebende Spannung bei V_{CC} . Die AC-Spannung über die Primärwicklung **222a** induziert auch eine AC-Spannung über die Sekundärwicklung **222b**. Eine Diode $D4$ richtet diese AC-Spannung gleich, indem sie sicherstellt, dass nur positiver Strom durch die Induktivität L_{OUT} und zu der Last **130** fließt. Die Induktivität L_{OUT} und die Kondensatoren C_{OUT1} , C_{OUT2} filtern die sich ergebende Spannung, um die Spannung V_{OUT} zu produzieren, die an die Last **130** geliefert wird.

[0039] Ein Optokoppler **224** stellt eine Isolation zwischen der Primär- und Sekundärseite des SMPS **200** bereit. Der Optokoppler **224** gibt eine Spannung von dem $D4$ -Ausgang und die Spannung V_{OUT} , die an die Last **130** geliefert wird, ein und liefert ein Rückkopplungssignal basierend auf diesen Ausgangsspannungen an die SMPS-Steuerung **140** an ihrer V_{OUT_SENSE} -Anschlussleitung.

[0040] Ein Erfassungswiderstand R_{SENSE} verbindet die DC-Eingangsspannung $V_{\text{DC_IN}}$ mit der $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Anschlussleitung der SMPS-Steuerung **140** und dient dazu, die Spannung $V_{\text{DC_IN}}$ auf einen Pegel herabzuteilen, der für die Verwendung durch das Spannungsquellenüberwachungselement **160** und den Steueranschluss des High-Side-Leistungsschalters Q_{HS} geeignet ist.

[0041] **Fig. 3** veranschaulicht einen SMPS-Schaltkreis **300**, der eine nichtisolierte Topologie aufweist und als ein Abwärtswandler konfiguriert ist. Die SMPS-Steuerung **340** ist größtenteils jener oben für **Fig. 1** beschriebenen gleich, mit der nennenswerten Ausnahme, dass die Stromerfassung(CS)-Anschlussleitung durch eine $V_{\text{SW_OUT}}$ -Anschlussleitung ersetzt ist. Statt den Hochspannungseingang $V_{\text{HV_IN}}$ mit Masse zu koppeln, verbindet die Leistungsstufe **370** aus **Fig. 3** die Eingangsspannung $V_{\text{HV_IN}}$ mit einer Diode D_4 innerhalb des Leistungsumwandlungsschaltkreises **320**. Der Spannungsregler **390** aus **Fig. 3** erfasst (misst) die Ausgangsspannung V_{OUT} , aber ein Optokoppler wird nicht benötigt. Stattdessen kann ein Rückkopplungsspannungsverschieber **324** verwendet werden, um die Ausgangsspannung V_{OUT} auf einen verwendbaren Bereich zu verschieben, wie er z. B. durch einen Analog-Digital-Umsetzer (ADC: Analog-to-Digital Converter) innerhalb des Spannungsreglers **390** benötigt wird. Der Rückkopplungsspannungsverschieber **324** ist typischerweise ein herkömmlicher Spannungsteiler einschließlich zweier Widerstände.

[0042] Weil der Leistungsumwandlungsschaltkreis **320** keinen Transformator beinhaltet, gibt es keine Hilfswicklung, um Leistung an die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} zu liefern. Stattdessen kann die Ausgangsleistung V_{OUT} oder eine Variante von dieser verwendet werden, um die SMPS-Steuerung **340** mit Leistung zu versorgen. Wie in **Fig. 3** veranschaulicht, wird die Ausgangsspannung V_{OUT} in einen Hilfsspannungsverschieber **322** eingegeben, der die Ausgangsspannung V_{OUT} auf eine geeignete Spannung zur Versorgung der SMPS-Steuerung **340** mit Leistung verschiebt. Der Hilfsspannungsverschieber **322** kann z. B. ein resistiver Spannungsteiler oder ein Linearregler sein.

[0043] **Fig. 4** veranschaulicht eine ausführliche Schaltungsanordnung zum Erzeugen des UVLO-Signals, wie sie in dem in **Fig. 1** veranschaulichten Leistungsverwalter **180** enthalten sein kann. Die UVLO-Signal-Erzeugung wird durch einen Einschaltkomparator **182**, einen Niederspannungsdetektionskomparator **184** und ein SR-Latch **186** durchgeführt. Der Einschaltkomparator **182** vergleicht die SMPS-Steuerung-Versorgungsspannung V_{CC} gegenüber einer Einschaltwellenspannung $V_{\text{TURN_ON}}$, z. B. 16 V. Beim Detektieren, dass die SMPS-Steuerung-Versorgungsspannung V_{CC} die Einschaltwellenspan-

nung $V_{\text{TURN_ON}}$ überschreitet, gibt der Komparator **182** dem Setz(S)-Eingang des SR-Latches **186** diese Detektion an. Der SR-Latch **186** wiederum aktiviert das UVLO-Signal, wodurch den anderen Schaltkreisen innerhalb der SMPS-Steuerung **140** angegeben wird, dass der Normalbetrieb beginnen kann. Der Niederspannungsdetektionskomparator **184** vergleicht die SMPS-Steuerung-Versorgungsspannung V_{CC} gegenüber einer Niederspannungsfehlerschwelle V_{ERR} , z. B. 10 V. Beim Detektieren, dass die SMPS-Steuerung-Versorgungsspannung V_{CC} unterhalb der Niederspannungsfehlerschwelle V_{ERR} fällt, gibt der Niederspannungsdetektionskomparator **184** dem Rücksetz(R)-Eingang des SR-Latches **186** einen Fehlerzustand an. Der SR-Latch **186** wiederum deaktiviert das UVLO-Signal, wodurch den anderen Schaltkreisen innerhalb der SMPS-Steuerung **140** angegeben wird, dass der Normalbetrieb des SMPS beendet werden sollte. Nach einer Periode des Normalbetriebs des SMPS, die von einem Fehlerzustand aufgrund der niedrigen Spannung der SMPS-Steuerung-Versorgungsspannung V_{CC} gefolgt wird, kann die SMPS-Steuerung **140** auf die gleiche Weise, wie wenn das SMPS **100** anfänglich angeschaltet wird, wieder in die SMPS-Anlaufphase eintreten.

[0044] **Fig. 5** veranschaulicht eine ausführliche Schaltungsanordnung für eine Ausführungsform des $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Routers **150**, der in **Fig. 1** gezeigt ist, zusammen mit einer zugehörigen Schaltungsanordnung, die mit dem $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Router **150** verbunden ist. Der $V_{\text{IN_SENSE}}$ -Router **150** beinhaltet die Routing-Schalter **151**, **152**, den Entlader **154** und den Spannungsteilerwiderstand $R_{\text{SENSE_INT}}$. Die Routing-Schalter **151**, **152** werden durch das UVLO-Signal gesteuert und werden nicht gleichzeitig aktiviert. Spezieller ist der erste Routing-Schalter **151** geschlossen (leitet), wenn das UVLO-Signal nicht aktiv ist, wohingegen der zweite Routing-Schalter **152** geschlossen ist (leitet), wenn das UVLO-Signal aktiv ist. Anders angegeben wird der erste Routing-Schalter **151** durch eine invertierte Version von UVLO gesteuert, wie durch einen Inverter **151a** angegeben ist, wohingegen der zweite Routing-Schalter **152** direkt durch das UVLO-Signal gesteuert wird.

[0045] Der erste Routing-Schalter **151** geht standardmäßig in eine geschlossene (leitende) Position während der Anlaufphase des SMPS **100**, d. h., bevor das UVLO-Signal aktiv ist. Eine solche selbstschließende Position ist für manche Transistoren inhärent, z. B. für Verarmungs-MOSFETs, Sperrschicht-FETs (JFETs: Junction FETs) und selbstleitende Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit (HEMTs: High Electron Mobility Transistors). Solche Transistoren gehen standardmäßig in einen leitenden Zustand, wenn keine Spannung an ihrem Steueranschluss (z. B. Gate) vorhanden ist. Andere Transistoren können so vorgespannt sein, dass sie standardmäßig in eine geschlossene Position gehen. Zum Beispiel

könnte ein Anreicherungs-MOSFET einen Pullup-Widerstand zwischen seinem Gate-Anschluss und der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung beinhalten, wodurch er während einer Anlaufphase des SMPS **100** in einen leitenden Zustand gezwungen wird. Als ein anderes Beispiel kann ein npn-BJT vorgespannt werden, indem er einen Pullup-Widerstand zwischen seinem Basisanschluss und der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung beinhaltet, wodurch er während der Anlaufphase des SMPS **100** in einen leitenden Zustand gezwungen wird. Der erste Routing-Schalter **151** wird als Reaktion darauf, dass das UVLO-Signal aktiv wird, geöffnet (ausgeschaltet).

[0046] Im Gegensatz dazu geht der zweite Routing-Schalter **152** standardmäßig in eine offene Position während der Anlaufphase des SMPS **100**, d. h., bevor das UVLO-Signal aktiv ist. Der zweite Routing-Schalter **152** schließt sich, d. h. leitet Strom, als Reaktion darauf, dass das UVLO-Signal aktiv wird. Der zweite Routing-Schalter **152** könnte z. B. ein Anreicherungs-MOSFET oder ein npn-BJT sein und es ist kein Pullup-Vorspannungswiderstand erforderlich.

[0047] Sobald das UVLO-Signal aktiviert ist, öffnet sich der erste Routing-Schalter **151** und schließt sich der zweite Routing-Schalter **152**. Mit dem zweiten Routing-Schalter **152** geschlossen, wird ein Spannungsteiler durch einen internen Erfassungswiderstand R_{SENSE_INT} und den externen Widerstand R_{SENSE} gebildet. Eine geteilte Spannung V_{IN_INT} an der Verbindung der Erfassungswiderstände R_{SENSE_INT} , R_{SENSE} wird von dem V_{IN_SENSE} -Router **150** ausgegeben und an das Quellenspannungsüberwachungselement **160** ausgegeben. Während des Normalbetriebs des SMPS **100** verwendet das Quellenspannungsüberwachungselement **160** diese geteilte Spannung V_{IN_INT} , um Fehlerzustände, z. B. Überspannung oder Brownout, bei der SMPS-Eingangquelle zu detektieren, wie zuvor beschrieben wurde.

[0048] Wenn das UVLO-Signal anfänglich aktiviert wird und sich der Routing-Schalter **152** schließt, kann eine relativ hohe Spannung an der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung aufgrund der Ladung existieren, die sich während der Anlaufphase aufbaut, als der Routing-Schalter **151** geschlossen war. Diese anfängliche hohe Spannung könnte durch das Quellenspannungsüberwachungselement **160** als einen Leitungsüberspannungszustand angehend fehlinterpretiert werden. Bevorzugte Unterausführungsformen beinhalten Abschwächungstechniken zum Verhindern solcher Fehlinterpretation.

[0049] Bei einer ersten Unterausführungsform wird der Beginn des Normalbetriebs der SMPS-Steuerung **140** verzögert, um eine Initialisierungsverzögerung T_{INIT} zu beginnen, nachdem das UVLO-Signal aktiviert wurde. Zum Beispiel kann das Quellenspan-

nungsüberwachungselement **160** das Überwachen seines Spannungseingangs V_{IN_INT} bis T_{INIT} nach der UVLO-Aktivierung verzögern. Gleichmaßen kann der PWM-Generator **192** eine Erzeugung seines PWM-Ausgangssignals V_{PWM_HS} bis T_{INIT} nach der UVLO-Aktivierung verzögern. Die Initialisierungsverzögerung T_{INIT} sollte groß genug gewählt werden, um sicherzustellen, dass die geteilte Spannung V_{IN_INT} auf einen Normalbetriebsbereich eingeschwungen ist, bevor das Quellenspannungsüberwachungselement **160** beginnt, diese Spannung V_{IN_INT} zu überwachen, und möglicherweise bevor korrigierende Maßnahmen basierend auf dieser Spannung V_{IN_INT} ergriffen werden (z. B. Verändern von PWM-Signalen).

[0050] Um ohmsche Verluste und einen assoziierten Standby-Leistungsverbrauch zu minimieren, werden die Erfassungswiderstände R_{SENSE_INT} , R_{SENSE} bevorzugt so gewählt, dass sie relativ hohe Widerstände, z. B. 200 k Ω bzw. 20 M Ω , aufweisen. Dies bringt jedoch die unglückliche Folge, dass die Spannung V_{IN_INT} möglicherweise eine übermäßige Zeitperiode zum Einschwingen in Anspruch nimmt, wodurch eine größere Initialisierungsverzögerung T_{INIT} und eine assoziierte längere Anlaufzeit für das SMPS **100** benötigt werden. Dieses Problem wird durch eine bevorzugte zweite Unterausführungsform abgeschwächt.

[0051] Die zweite Unterausführungsform beinhaltet den Entladerschaltkreis **154**, der dazu konfiguriert ist, die geteilte Spannung V_{IN_INT} schnell zu entladen, nachdem das UVLO-Signal aktiviert wurde. Der Entlader **154** beinhaltet einen Entladungsschalter **155**, ein UND-Gatter **156**, einen Pulsgenerator **157** und eine Spannungsklemme (Diode) **D5**.

[0052] Bei Aktivierung des UVLO-Signals erzeugt der Pulsgenerator **157** einen Puls mit einer Dauer von T_{DLY_CLAMP} . Der Pulsgenerator **157** wird bevorzugt unter Verwendung eines digitalen Zählers (z. B. einer kaskadierten Reihe von D-Flip-Flops), der durch einen Oszillator angesteuert wird, implementiert. Bei einer anderen Implementierung wird der Pulsgenerator T_{CLAMP} unter Verwendung einer analogen Verzögerungsleitung implementiert, wobei die Dauer T_{DLY_CLAMP} durch einen Kondensator darin bestimmt wird. Digitale Zähler und analoge Verzögerungsleitungen sind in der Technik wohlbekannt und werden hier nicht ausführlicher beschrieben.

[0053] Der durch den Pulsgenerator **157** erzeugte Puls wird unter Verwendung des UND-Gatters **156** mit dem UVLO-Signal UND-verknüpft. (Diese UND-Operation stellt sicher, dass der Entladungsschalter **155** nicht fälschlicherweise geschlossen wird, während der erste Routing-Schalter **151** leitend ist.) Das sich ergebende Signal wird verwendet, um den Entladungsschalter **155** zu steuern, der typischerweise

für die Dauer T_{DLY_CLAMP} geschlossen ist. (Für den anormalen Fall, bei dem das UVLO-Signal während des erzeugten Pulses deaktiviert wird, wird der Puls, der an den Entladeschalter **155** geliefert wird, auf etwas weniger als die Dauer T_{DLY_CLAMP} verkürzt.) Während des Pulses, der für die Dauer T_{DLY_CLAMP} nach der UVLO-Signal-Aktivierung andauert, wird die geteilte Spannung V_{IN_INT} über die Klemmdiode D5 auf Masse nebengeschlossen. Die Diode D5 weist eine Durchbruchspannung in Sperrrichtung auf, die die geteilte Spannung V_{IN_INT} auf einen Klemmwert, z. B. 2 V, klemmt, so dass die geteilte Spannung nicht durch den Entlader **154** auf eine zu niedrige Spannung entladen wird. Spezieller sollte der Entlader **154** die Spannung V_{IN_INT} auf eine Spannung entladen, die zwischen einer unteren Spannungsschwelle, die einen Brownout-Zustand angeben würde, und einer oberen Spannungsgrenze, die einen Überspannungszustand angibt, liegt. Mit anderen Worten entlädt der Entlader **154** die geteilte Spannung V_{IN_INT} so, dass sie innerhalb eines Normalbetriebsbereichs liegt, so dass der Normalbetrieb des SMPS 100 beginnen kann.

[0054] Wie in der ersten Unterausführungsform erfordert die zweite Unterausführungsform auch, dass der Normalbetrieb der SMPS-Steuerung **140** verzögert wird, um bei einer Zeitverzögerung zu beginnen, nachdem das UVLO-Signal aktiviert wurde. Die Initialisierungszeitverzögerung T_{INIT_DIS} , die bei der zweiten Unterausführungsform erforderlich ist, ist jedoch beträchtlich kürzer als jene, die in der ersten Unterausführungsform erforderlich ist, d. h. $T_{INIT_DIS} \ll T_{INIT}$. Es wird angemerkt, dass die Initialisierungszeit T_{INIT_DIS} für die zweite Unterausführungsform länger als die Entladepulsdauer T_{DLY_CLAMP} ist, d. h. $T_{INIT_DIS} > T_{DLY_CLAMP}$. Mit anderen Worten sollte die SMPS-Steuerung **140** mit dem Normalbetriebsmodus beginnen, bis nachdem der Entlader **154** sein Entladen der geteilten Spannung V_{IN_INT} abgeschlossen hat.

[0055] Der Entladungsschalter **155** sollte ein selbst-öffnender Schalter sein und wird typischerweise ein Transistor des gleichen Typs wie der zweite Routing-Schalter **152** sein, z. B. ein Anreicherungs-MOSFET, npn-BJT. Während die obige Beschreibung das Entladen der geteilten Spannung V_{IN_INT} während der Initialisierungszeit T_{INIT_DIS} beschreibt, kann die geteilte Spannung V_{IN_INT} stattdessen während dieser Periode auf eine höhere Spannung geladen werden. Die Initialisierungszeit T_{INIT} , T_{INIT_DIS} ist typischerweise in einem Speicher der SMPS-Steuerung **140** gespeichert und wird basierend auf einer Kapazität der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung zusammen mit den Widerständen der Erfassungswiderstände R_{SENSE_INT} , R_{SENSE} bestimmt.

[0056] Fig. 6 veranschaulicht Spannungswellenformen **600**, die Knoten der SMPS-Steuerung **140** aus Fig. 1 entsprechen, während einer Anlaufphase

des SMPS **100**, während die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} geladen wird. Die Eingangsquellen-Spannung, z. B. V_{AC_IN} , wird zu der Zeit $t=0$ verbunden und die DC-Hochspannungseingangsquellen-Spannung V_{HV_IN} , die nicht gezeigt ist, beginnt, anzusteigen. Weil diese Spannung V_{HV_IN} an den Drain des High-Side-Leistungsschalters Q_{HS} angehängt ist, steigt die Gate-Spannung, in Fig. 6 als V_{G_HS} bezeichnet, schnell an, bis sie die Gate-Schwellenspannung erreicht. Sobald seine Gate-Spannung diese Schwelle erreicht, beginnt der High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} , zu leiten. Dies findet in Fig. 6 zur Zeit t_1 statt, die dann ist, wenn die Gate-Spannung V_{G_HS} eine Einschaltspannung von näherungsweise 5 V erreicht. Strom wird dann durch den High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} geleitet und lädt V_{CC} . Wie in Fig. 6 gezeigt, beginnt die Spannung V_{CC} zur Zeit t_1 , zu steigen. Zur Zeit t_2 ist die Spannung an der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung auf den Pegel der Gate-Spannung V_{G_HS} angestiegen. Danach folgt die Gate-Spannung V_{G_HS} der V_{IN_SENSE} -Spannung. Die Spannung bei V_{CC} , die dem Source-Anschluss des Leistungsschalters Q_{HS} angehängt ist, folgt der Gate-Spannung V_{G_HS} , aber reduziert um die Gate-zu-Source-Spannung V_{GS_HS} . (Diese Gate-zu-Source-Spannung V_{GS_HS} ist näherungsweise gleich der Einschalt-Schwelle für den High-Side-Leistungsschalter Q_{HS} .) Die Spannung bei V_{CC} steigt weiter an, bis die Einschalt-Schwelle V_{TURN_ON} erreicht wird, wobei der erste Routing-Schalter **151** zu dieser Zeit deaktiviert wird. (Die Wellenformen **600** aus Fig. 6 erstrecken sich nicht zu der Zeit, bei der die Einschalt-Spannungsschwelle V_{TURN_ON} erreicht wird.)

[0057] Fig. 7 veranschaulicht Spannungswellenformen **700**, die den Knoten der SMPS-Steuerung **140** aus Fig. 1 entsprechend, während des Übergangs von der Anlaufphase zu dem Normalbetriebsmodus. Diese Wellenformen **700** veranschaulichen einen Fall, bei dem der Entlader **154** in Verwendung ist. Die Spannung V_{CC} steigt bis zur Zeit t_3 an, wobei bei diesem Punkt detektiert wird, dass die Spannung V_{CC} die Schwelle V_{TURN_ON} (16 V) erreicht hat. Diese Detektion löst die Aktivierung des UVLO-Signals aus, wie durch seine steigende Flanke zur Zeit t_3 gezeigt ist. Vor der Zeit t_3 wird die geteilte Spannung V_{IN_INT} durch den Widerstand R_{SENSE_INT} herabgezogen. Zur Zeit t_3 wird die geteilte Spannung V_{IN_INT} mit der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung gekoppelt und springt unmittelbar auf die Spannung der Anschlussleitung von näherungsweise 20 V. Der Entlader **154** entlädt die geteilte Spannung V_{IN_INT} schnell auf eine Klemmspannung, die der Durchbruchspannung in Sperrrichtung der Diode D5 entspricht. Wie in Fig. 7 gezeigt, beträgt diese Klemmspannung 2 V. Die Klemmspannung von 2 V wird an der geteilten Spannung V_{IN_INT} bis zur Zeit t_4 beibehalten. Auch fällt zwischen den Zeiten t_3 und t_4 die die Spannung an der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung auf 2 V ab. Der Entladerschalter **155** verbleibt für eine Zeitdauer T_{DLY_CLAMP} , d. h. bis

zur Zeit $t_5 = t_3 + T_{DLY_CLAMP}$, geschlossen. ($T_{DLY_CLAMP} = 24 \mu s$ in den Wellenformen **700** aus **Fig. 7**). In der Periode zwischen den Zeiten t_4 und t_5 ist die Diode D5 nicht in Sperrrichtung vorgespannt und wird die geteilte Spannung V_{IN_INT} allmählich reduziert, als ob der Entladeschalter **155** offen wäre. Nach der Zeit t_5 liegt die geteilte Spannung V_{IN_INT} innerhalb eines Normalbereichs und kann die SMPS-Steuerung **140** ihren Normalbetrieb beginnen, indem z. B. der PWM-Generator **192** beginnt, das PWM-Signal V_{PWM_HS} zu erzeugen. Dieser Normalbetrieb wird T_{INIT_DIS} nach der Zeit t_3 gestartet, wobei $T_{INIT_DIS} > T_{DLY_CLAMP}$ gilt. Mit anderen Worten startet der Normalbetrieb irgendwann nach der Zeit t_5 in **Fig. 7**.

[0058] **Fig. 8** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Laden einer SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} während einer Anlaufphase eines SMPS. Dieses Verfahren kann z. B. in einer SMPS-Steuerung, wie etwa jener in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 5** veranschaulichten, implementiert werden.

[0059] Das Verfahren beinhaltet Schritte **800A**, die während einer Anlaufphase eines SMPS durchgeführt werden. Sobald die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} auf einen Pegel geladen ist, der zur Versorgung der SMPS-Steuerung mit Leistung angemessen ist, werden Schritte **800B** durchgeführt, die dem Normalbetriebsmodus entsprechen.

[0060] Das Verfahren **800** beginnt durch Aktivieren **810** eines ersten Routing-Schalters, so dass er eine V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung mit dem Steueranschluss eines High-Side-Leistungsschalters koppelt. Eine Eingangsspannungsquelle wird durch den ersten Routing-Schalter geroutet und aktiviert den High-Side-Leistungsschalter, so dass er Strom von einer Hochspannungseingangsvorsorgung leitet. Der Strom, der durch den High-Side-Leistungsschalter geleitet wird, lädt **820** die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} . Das Laden wird fortgesetzt, bis detektiert wird **830**, dass die SMPS-Steuerung-Leistungsversorgung V_{CC} eine Einschaltswelle V_{TURN_ON} erreicht hat. Als Reaktion auf eine solche Detektion wird ein Unterspannungssperr(UVLO)-Signal aktiviert **840**. Dies löst das Deaktivieren **850** des ersten Routing-Schalters und das Aktivieren **850** eines zweiten Routing-Schalters aus, wobei der zweite Routing-Schalter die V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung mit einem Quellenspannungsüberwachungselement verbindet. Bei einem optionalen Entladungsschritt **865** wird ein Entladungsschalter für eine Dauer von T_{DLY_CLAMP} geschlossen, um die Spannung der V_{IN_SENSE} -Anschlussleitung schnell zu entladen. Unabhängig davon, ob der Entladungsschritt **865** durchgeführt wird, wird der Betrieb für eine Periode von T_{INIT} verzögert **860**. Falls der Entladungsschritt **865** durchgeführt wird, kann die Verzögerung T_{INIT} viel

kürzer sein, als wenn der Entladungsschritt **865** nicht durchgeführt wurde.

[0061] Nach dem Verzögern **860** für T_{INIT} kann der Normalbetriebsmodus **800B** beginnen. Dies umschließt Erzeugen **870** von PWM-Schaltersteuersignalen für den High-Side-Leistungsschalter und Überwachen **870** der SMPS-Leistungsversorgungsspannung V_{CC} . Falls das Überwachen angibt **880**, dass die SMPS-Leistungsversorgungsspannung V_{CC} unterhalb einer Niederspannungsfehlerschwelle V_{ERR} abgefallen ist, wird ein Fehlerzustand angegeben und ein Normalbetriebszustand verlassen. Es kann dann in die Anlaufphase **800A** des SMPS wiedereingetreten werden, indem bei Schritt **810** neu angefangen wird.

[0062] Wie hier verwendet, sind die Begriffe „aufweisend“, „enthaltend“, „beinhaltend“, „umfassend“ und dergleichen offene Begriffe, die das Vorhandensein der angegebenen Elemente oder Merkmale anzeigen, die aber zusätzliche Elemente oder Merkmale nicht ausschließen. Es wird beabsichtigt, dass die Artikel „ein“, „eine“ und „der/die/das“ sowohl den Plural als auch den Singular beinhalten, es sei denn, dass der Zusammenhang eindeutig etwas anderes angibt.

[0063] Es versteht sich, dass die Merkmale der verschiedenen hier beschriebenen Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, es sei denn, dass das Gegenteil speziell angegeben wird.

[0064] Wenngleich hier spezielle Ausführungsformen veranschaulicht und beschrieben worden sind, versteht ein Durchschnittsfachmann, dass eine Vielzahl alternativer und/oder äquivalenter Implementierungen die gezeigten und beschriebenen speziellen Ausführungsformen ersetzen kann, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Diese Anmeldung soll jegliche Adaptionen oder Variationen der hier besprochenen speziellen Ausführungsformen abdecken. Deshalb soll die vorliegende Erfindung nur durch die Ansprüche und die Äquivalente von diesen beschränkt werden.

Patentansprüche

1. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe für ein Schaltnetzteil, wobei die integrierte Steuerung und Leistungsstufe Folgendes umfasst:
eine Hochspannungsversorgungsanschlussleitung, eine Eingangsspannungsanschlussleitung, eine Schaltnetzteilsteuerung, einen ersten Leistungsschalter, eine Steuerungsleistungsversorgung und einen Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis, die in demselben Gehäuse integriert sind, wobei die Hochspannungsversorgungsanschlussleitung einen ersten Punkt für einen externen elektrischen Kontakt zu dem Gehäuse bereitstellt,

wobei die Eingangsspannungsanschlussleitung einen zweiten Punkt für einen externen elektrischen Kontakt zu dem Gehäuse bereitstellt,

wobei die Steuerungsleistungsversorgung dazu konfiguriert ist, die Schaltnetzteilsteuerung mit elektrischer Leistung zu versorgen,

wobei der erste Leistungsschalter eingerichtet ist, die Hochspannungsversorgungsleitung mit der Steuerungsleistungsversorgung zu verbinden, um die Steuerungsleistungsversorgung während einer Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung zu laden, wobei der erste Leistungsschalter einen ersten Leistungsschaltersteueranschluss umfasst, der während der Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung mit der Eingangsspannungsanschlussleitung gekoppelt ist, wobei die Schaltnetzteilsteuerung eingerichtet ist, den Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis während einer Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung, die der Anlaufphase folgt, mit der Eingangsspannungsanschlussleitung zu koppeln.

2. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst: einen ersten Routing-Schalter, der zwischen der Eingangsspannungsanschlussleitung und den Steueranschluss des ersten Leistungsschalters geschaltet ist, wobei der erste Routing-Schalter während der Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung eingeschaltet ist.

3. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 2, die ferner Folgendes umfasst: einen ersten Komparator, der mit der Steuerungsleistungsversorgung gekoppelt ist, wobei der erste Komparator eingerichtet ist, zu detektieren, dass eine Spannung der Steuerungsleistungsversorgung oberhalb einer ersten Spannungsschwelle liegt, und als Reaktion auf die Detektion ein erstes Steuersignal zu erzeugen, das den ersten Routing-Schalter ausschaltet, wodurch der erste Leistungsschalter ausgeschaltet wird.

4. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 2 oder 3, die ferner Folgendes umfasst: einen zweiten Komparator, der mit der Steuerungsleistungsversorgung gekoppelt ist, wobei der zweite Komparator eingerichtet ist, zu detektieren, dass eine Spannung der Steuerungsleistungsversorgung unterhalb einer zweiten Spannungsschwelle liegt, und als Reaktion auf die Detektion ein zweites Steuersignal zu erzeugen, das den ersten Routing-Schalter einschaltet.

5. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach einem der Ansprüche 1-4, die ferner Folgendes umfasst: einen zweiten Routing-Schalter, der zwischen die Eingangsspannungsanschlussleitung und den Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis geschaltet ist, wobei der zweite Routing-Schalter während

der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung eingeschaltet ist.

6. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 5, die ferner Folgendes umfasst: einen Komparator, der mit der Steuerungsleistungsversorgung gekoppelt ist, wobei der Komparator eingerichtet ist, zu detektieren, dass eine Spannung der Steuerungsleistungsversorgung oberhalb einer ersten Spannungsschwelle liegt; einen Pulsgenerator, der eingerichtet ist, ein Entladungssteuersignal als Reaktion auf die Detektion zu aktivieren und das Entladungssteuersignal eine Klemmzeitverzögerung nach der Detektion zu deaktivieren; und einen Schnellentladungsschaltkreis, der einen Entladungsschalter umfasst, der mit der Eingangsspannungsanschlussleitung gekoppelt ist, wobei der Schnellentladungsschaltkreis eingerichtet ist, eine Spannung der Eingangsspannungsanschlussleitung schnell zu entladen, indem der Entladungsschalter als Reaktion auf das Empfangen des Entladungssteuersignals eingeschaltet wird.

7. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 6, wobei der Pulsgenerator einen digitalen Zähler umfasst.

8. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Pulsgenerator eine analoge Verzögerungsleitung umfasst.

9. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach einem der Ansprüche 1-8, wobei der erste Leistungsschalter Teil einer Leistungsstufe des Schaltnetzteils ist.

10. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach einem der Ansprüche 1-9, die ferner Folgendes umfasst: einen zweiten Leistungsschalter, der mit dem ersten Leistungsschalter gekoppelt ist und der während der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung eingeschaltet ist.

11. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach Anspruch 10, wobei der zweite Leistungsschalter während der Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung ausgeschaltet ist.

12. Integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach einem der Ansprüche 1-11, wobei der Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis ferner einen Komparator umfasst, der eingerichtet ist, einen Überspannungszustand der Eingangsspannungsanschlussleitung oder einen Unterspannungszustand der Eingangsspannungsanschlussleitung zu detektieren und als Reaktion auf die Detektion ein Signal zu erzeugen, das dem Schaltnetzteil einen abnormalen Zustand einer Eingangsspannung angibt.

13. Schaltnetzteil, das Folgendes umfasst:
 die integrierte Steuerung und Leistungsstufe nach einem der Ansprüche 1-12 umfasst:
 einen Erfassungswiderstand, der zwischen der Eingangsspannungsanschlussleitung der integrierten Steuerung und Leistungsstufe und einer Hochspannungsversorgung des Schaltnetzteils gekoppelt ist.

14. Schaltnetzteil nach Anspruch 13, das ferner Folgendes umfasst:
 einen Transformator mit einer Hilfswicklung, wobei die Hilfswicklung während der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung Leistung an die Steuerungsleistungsversorgung liefert.

15. Schaltnetzteil nach Anspruch 13 oder 14, das ferner Folgendes umfasst:
 eine Gleichrichtungsdiode, die mit einem Schalterausgang der integrierten Steuerung und Leistungsstufe gekoppelt ist;
 ein Glättungsfilter, das mit der Gleichrichtungsdiode gekoppelt ist und eingerichtet ist, eine geglättete Ausgangsspannung an eine Last des Schaltnetzteils zu liefern,
 wobei die geglättete Ausgangsspannung zudem während der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung Leistung an die Steuerungsleistungsversorgung liefert.

16. Verfahren zum Laden einer Steuerungsleistungsversorgung in einer integrierten Steuerung und Leistungsstufe für ein Schaltnetzteil, wobei die integrierte Steuerung und Leistungsstufe eine Hochspannungsversorgungsanschlussleitung, eine Eingangsspannungsanschlussleitung, eine Schaltnetzteilsteuerung, einen ersten Leistungsschalter, die Steuerungsleistungsversorgung und einen Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis, die in demselben Gehäuse integriert sind, umfasst, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:
 Detektieren, dass eine Eingangsspannung an der Eingangsspannungsanschlussleitung oberhalb einer Schaltereinschaltsschwelle liegt;
 als Reaktion auf dieses Detektieren, Einschalten des ersten Leistungsschalters, so dass die Hochspannungsversorgungsanschlussleitung mit der Steuerungsleistungsversorgung verbunden wird, um dadurch die Steuerungsleistungsversorgung während einer Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung zu laden; und
 anschließend an die Anlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung, Koppeln des Quellenspannungsüberwachungsschaltkreises während einer Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung, die der Anlaufphase folgt, mit der Eingangsspannungsanschlussleitung.

17. Verfahren nach Anspruch 16, das ferner Folgendes umfasst:

Detektieren, dass eine Spannung der Steuerungsleistungsversorgung oberhalb einer ersten Schwellenspannung liegt; und
 Ausschalten des ersten Leistungsschalters als Reaktion auf das Detektieren, dass die Spannung der Steuerungsleistungsversorgung oberhalb der ersten Schwellenspannung liegt.

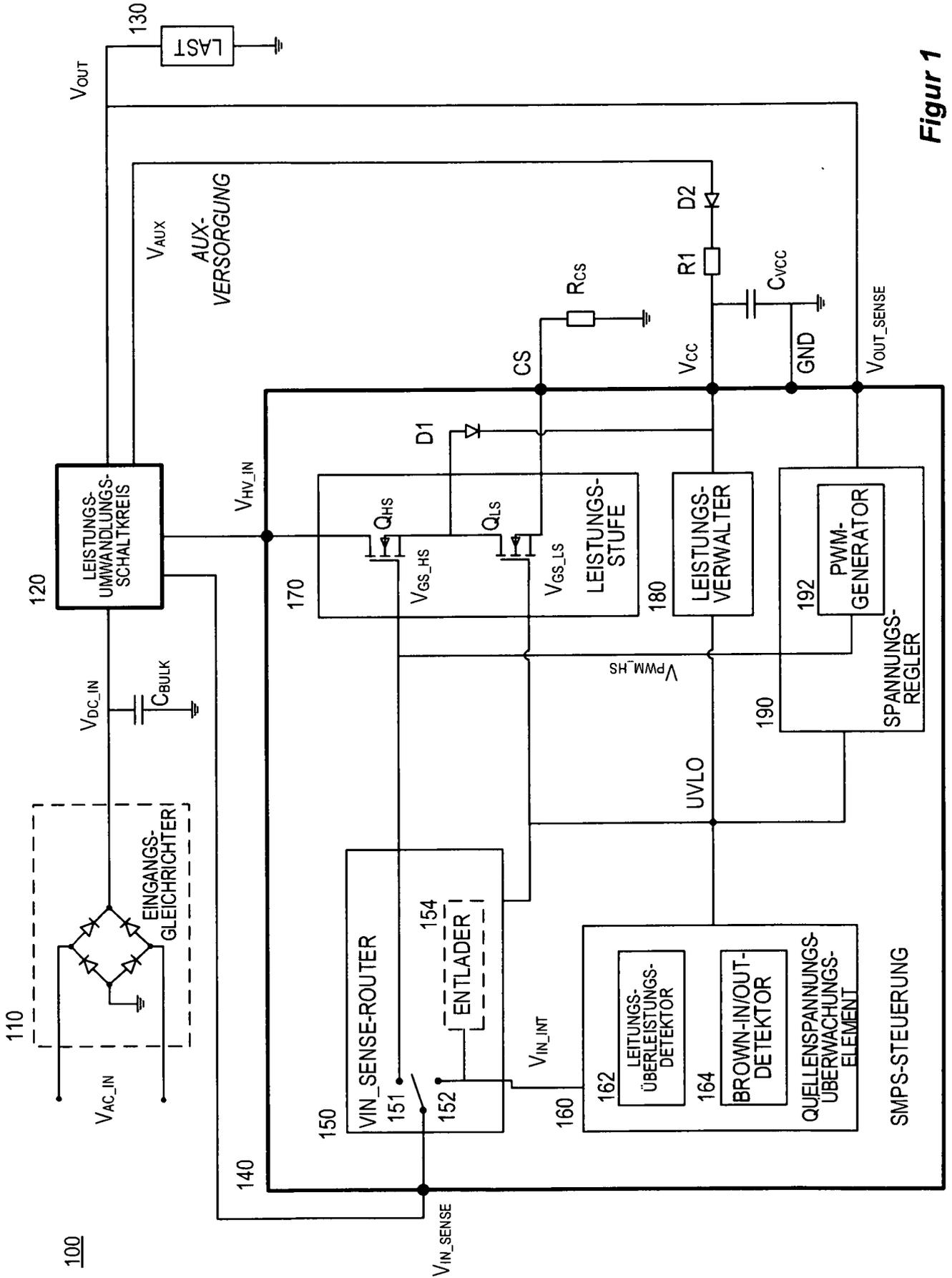
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, das ferner Folgendes umfasst:
 Detektieren, während der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung, dass eine Spannung der Steuerungsleistungsversorgung unterhalb einer zweiten Spannungsschwelle liegt;
 als Reaktion auf dieses Detektieren, dass die Spannung unterhalb der zweiten Spannungsschwelle liegt, Verlassen der Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung und Einschalten des ersten Leistungsschalters, so dass die Hochspannungsversorgungsanschlussleitung mit der Steuerungsleistungsversorgung verbunden wird, um dadurch die Steuerungsleistungsversorgung während einer Neuanlaufphase der Schaltnetzteilsteuerung zu laden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16-18, das ferner Folgendes umfasst:
 anschließend an das Ausschalten des ersten Leistungsschalters, Verbinden der Eingangsspannungsanschlussleitung mit dem Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis; und
 anschließend an das Verbinden, Beginnen einer Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung.

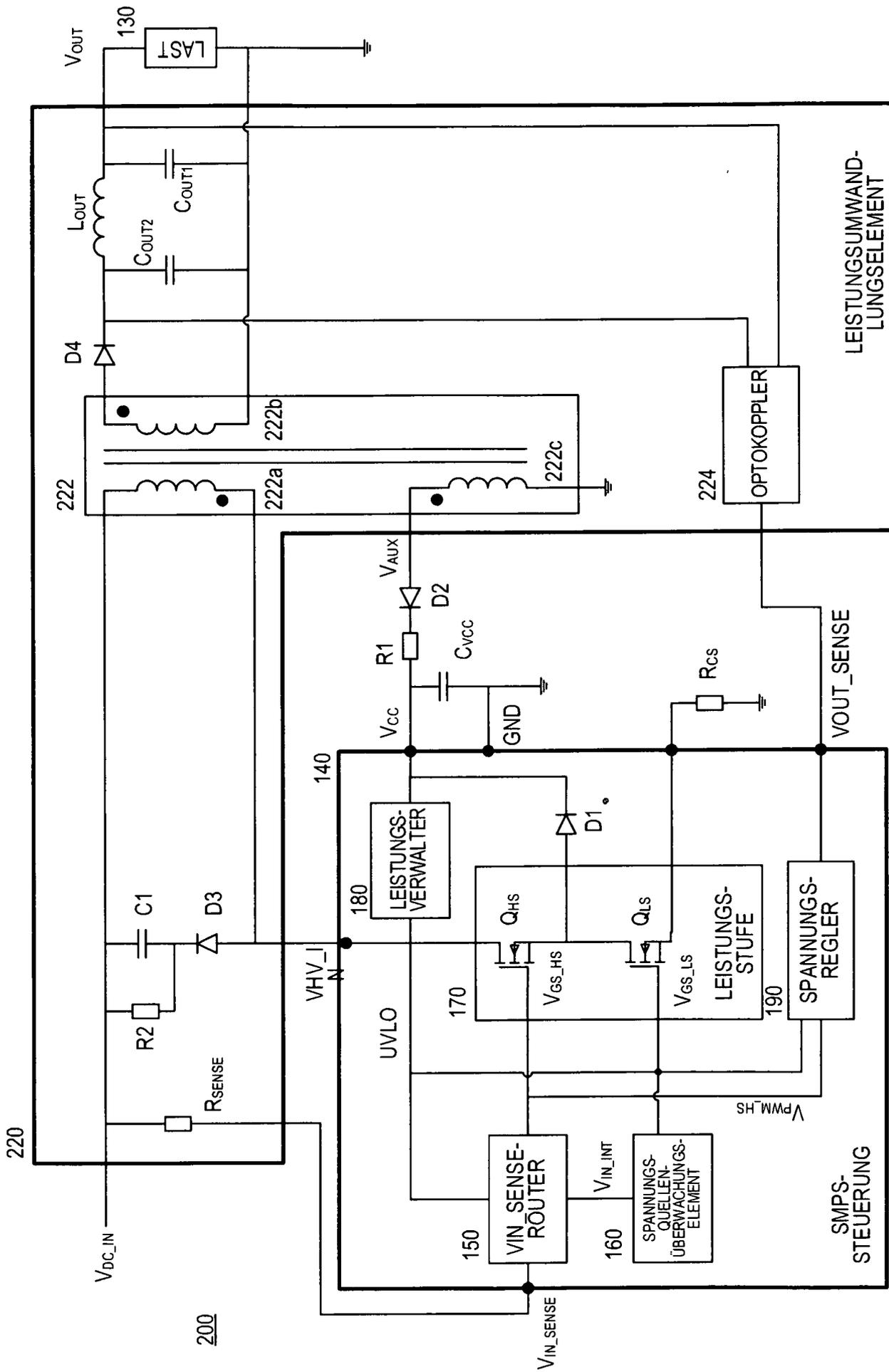
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16-19, das ferner Folgendes umfasst:
 als Reaktion auf das Ausschalten des ersten Leistungsschalters, Verbinden der Eingangsspannungsanschlussleitung mit dem Quellenspannungsüberwachungsschaltkreis;
 anschließend an dieses Verbinden, Entladen der Eingangsspannungsanschlussleitung durch Einschalten eines Entladungsschalters für eine Entladungszeitperiode;
 nach der Entladungszeitperiode, Ausschalten des Entladungsschalters; und
 anschließend an das Ausschalten des Entladungsschalters, Beginnen einer Normalbetriebsphase der Schaltnetzteilsteuerung.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

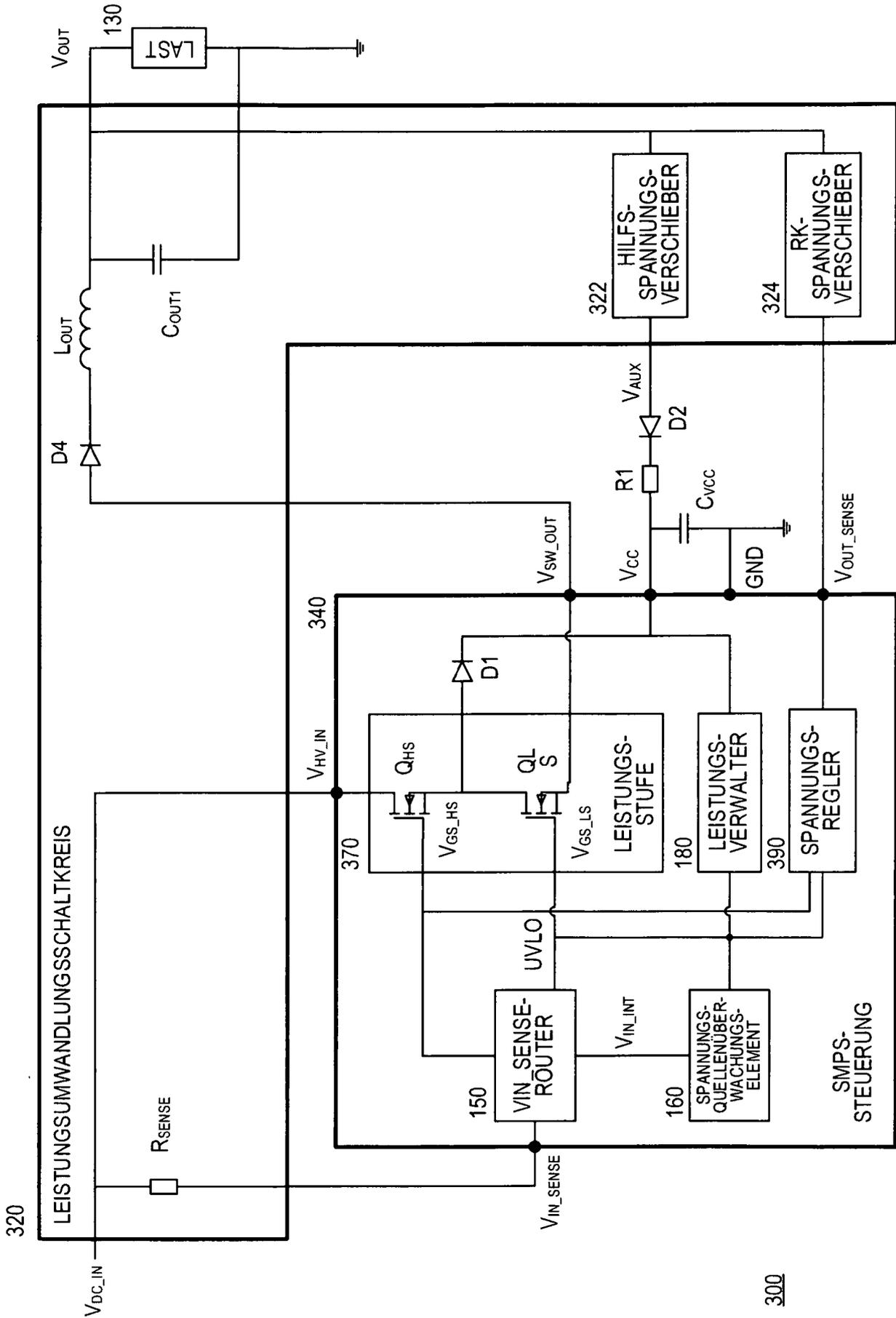
Anhängende Zeichnungen



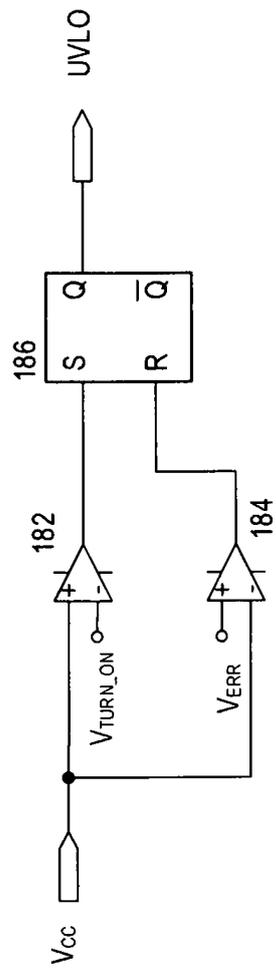
Figur 1



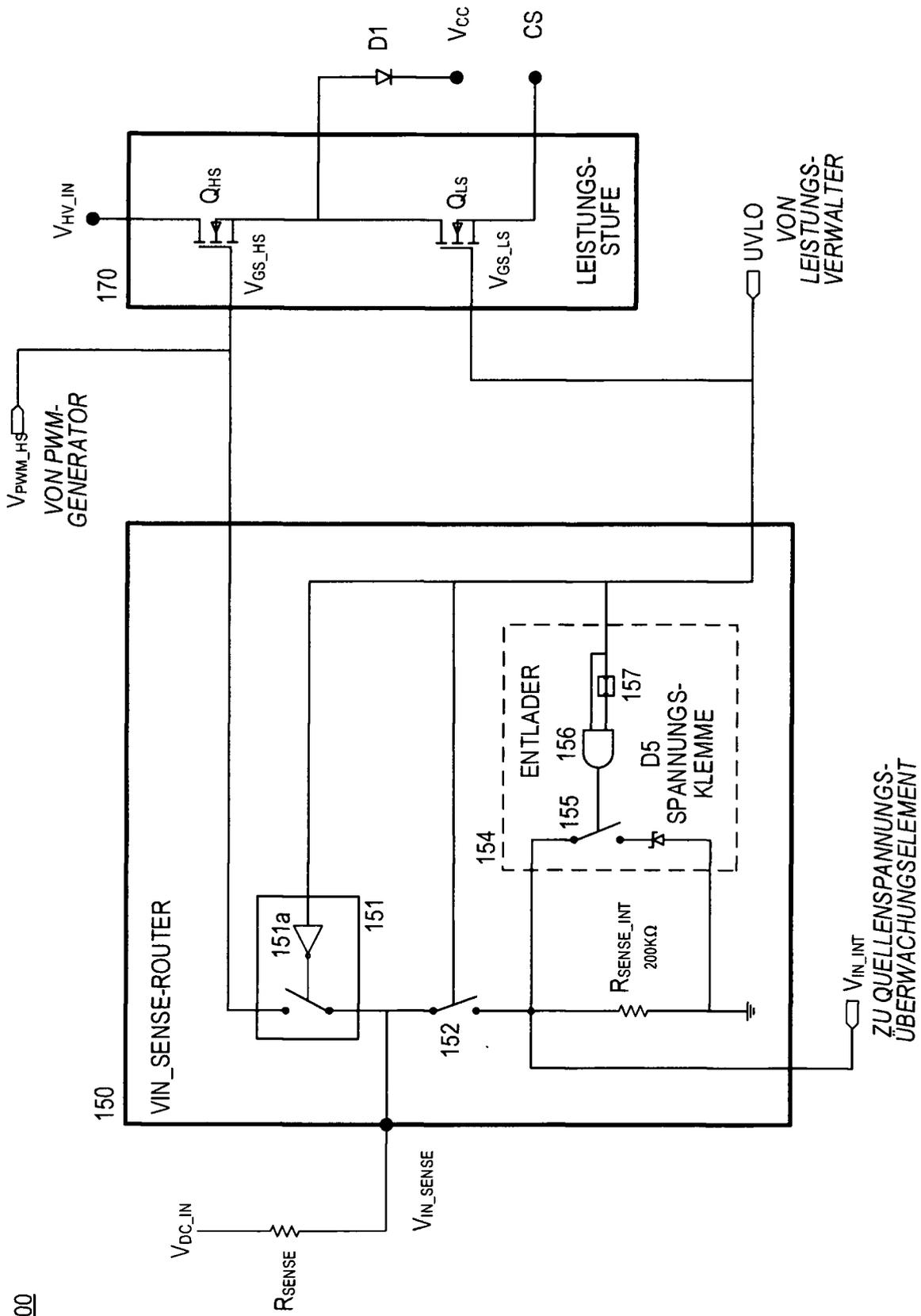
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

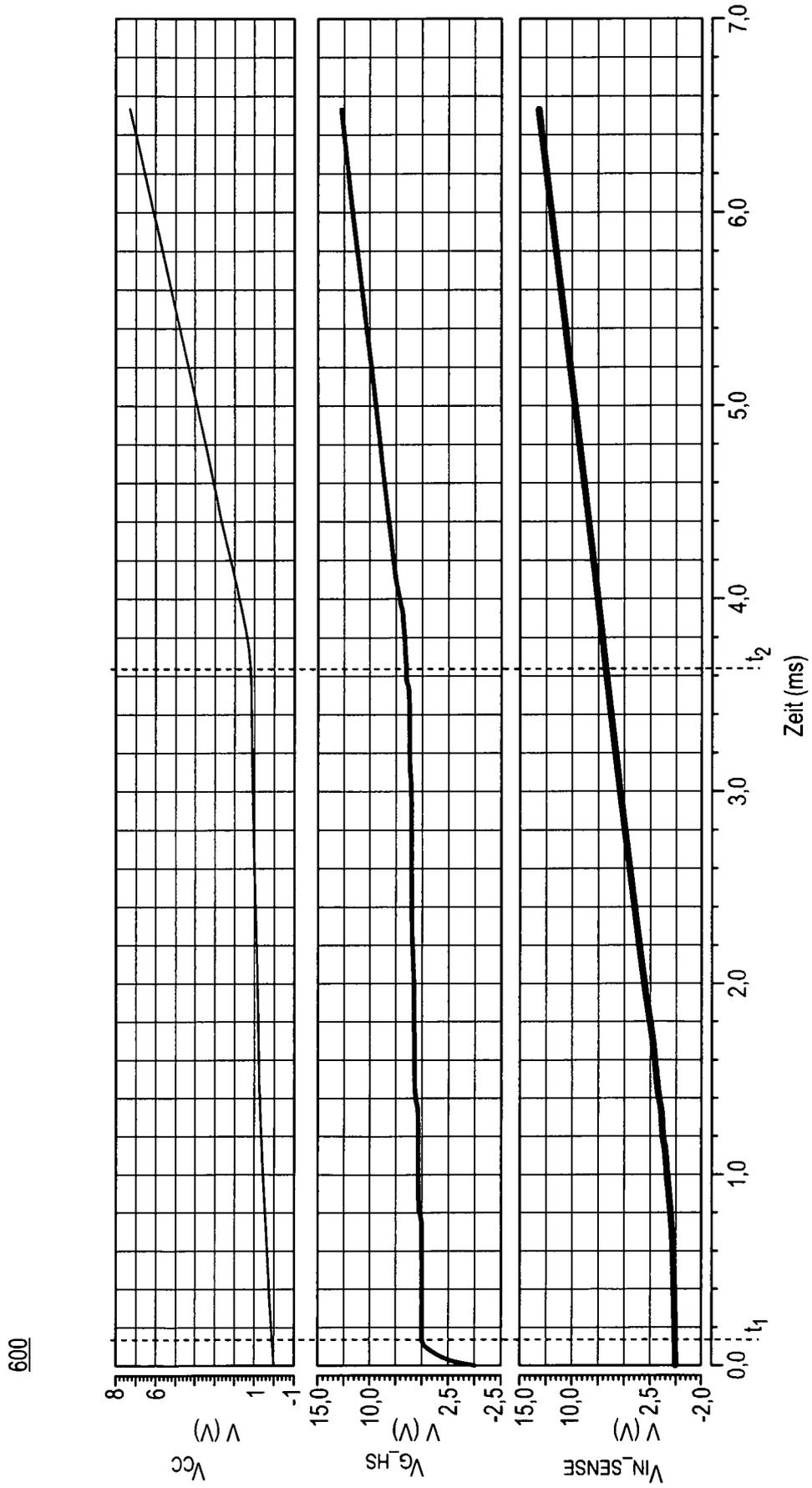


Fig. 6

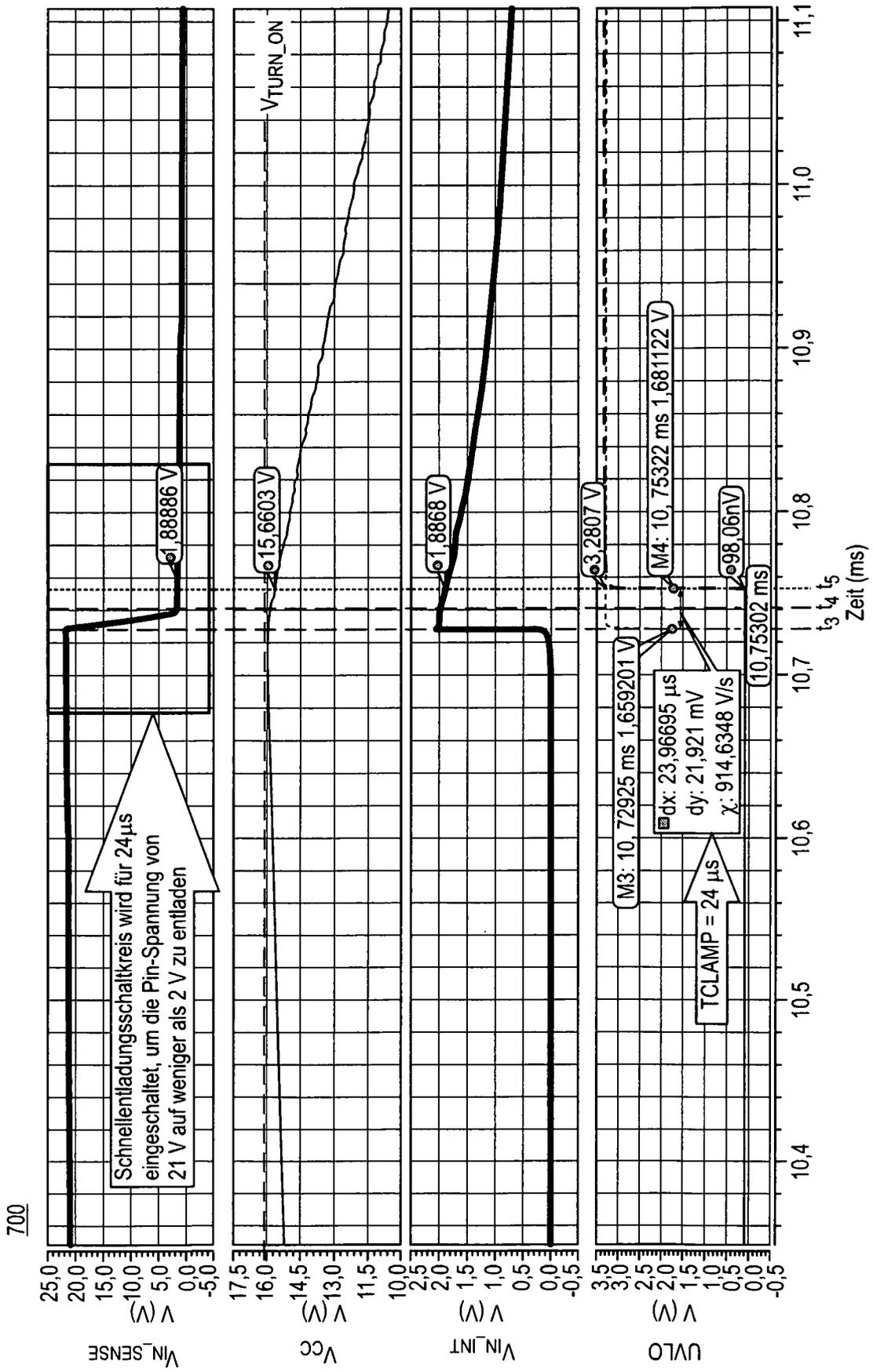
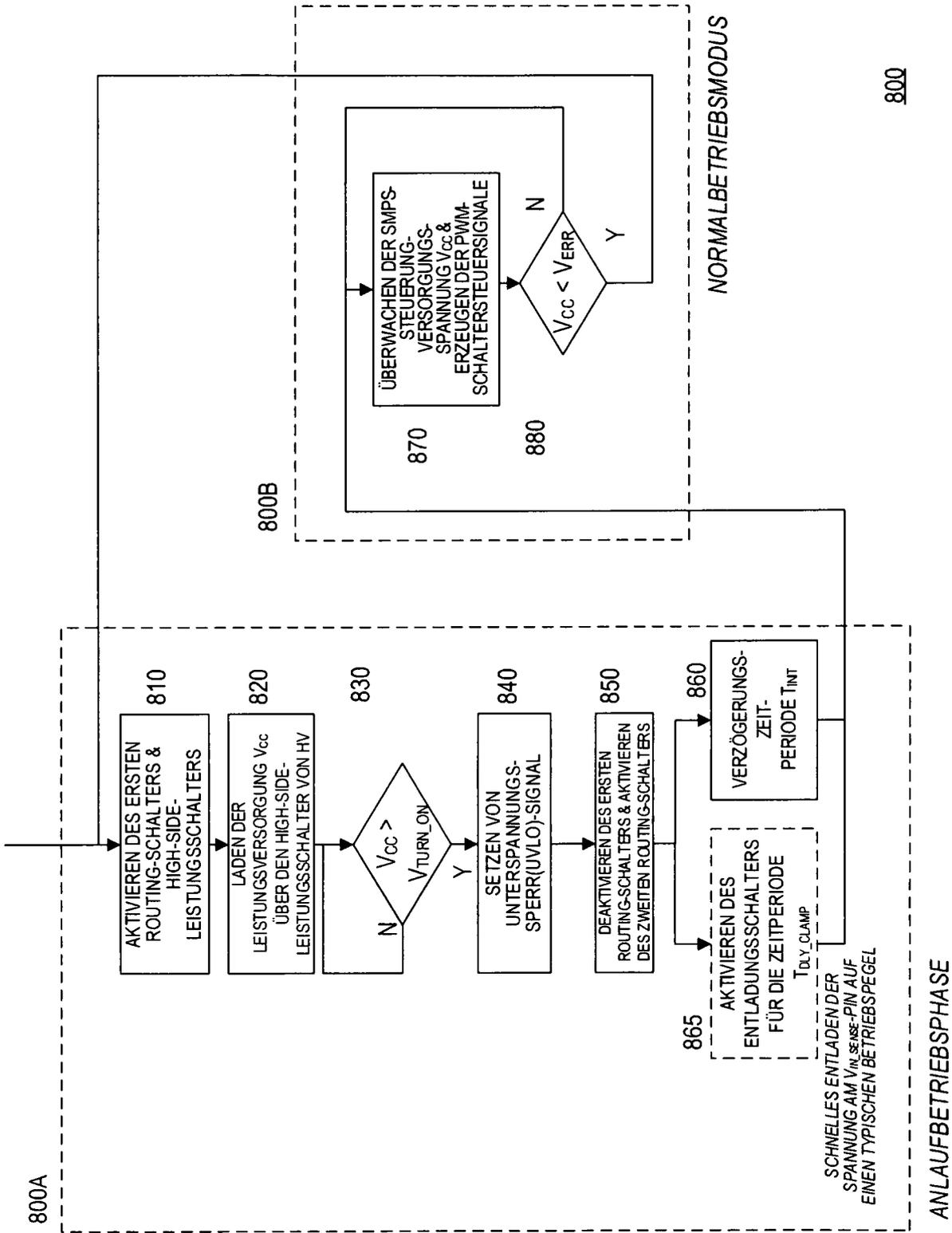


Fig. 7



Figur 8