



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 31 188 T2 2008.08.07

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 338 075 B1

(51) Int Cl.⁸: **H02J 9/06** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 31 188.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/44558**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 999 034.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/045248**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.11.2001**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **06.06.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.08.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.10.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.08.2008**

(30) Unionspriorität:

250390 P	30.11.2000	US
85788	19.10.2001	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Honeywell International Inc., Morristown, N.J., US

(72) Erfinder:

LAZAROVICH, David, Thornhill, Ontario, CA 00001, CA

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **MULTIFUNKTIONS-AC/DC-WANDLER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen AC/DC-Wandler eines elektrischen Leistungssystems.

[0002] Ein herkömmliches Leistungssystemdesign enthält eine Transformator-Gleichrichter-Einheit („TRU“ – Transformer Rectifier Unit) als eine Hauptgleichstromquelle, deren Ausgangsspannung mit angelegter Last variiert. Aufgrund der variierenden Natur ihrer Ausgangsspannung wurde die TRU als für das Laden von Batterien ungeeignet angesehen, auf die man sich für eine Backup-/Hilfsstromquelle verläßt. Insbesondere ermöglicht die variierende Natur der TRU-Ausgangsspannung keinen Lademodus mit konstantem Potential oder konstantem Strom. Zur Behebung dieses Mangels verwenden einige Systeme eine EIN/AUS-Einrichtung, um die Batterie mit dem TRU-Bus zu verbinden und von diesem zu trennen, um die Ladeleistung zu verbessern.

[0003] Ein weiterer herkömmlicher Ansatz verwendet einen Gleichstromgenerator als Hauptstromquelle, um eine konstante Ausgangsspannung zu erzeugen. Wenngleich ein derartiger Gleichstromgenerator geeignet ist, um Batterien mit konstantem Potential zu laden, kann dieser Ansatz weder den in die Batterie zum Beginn des Startzyklus fließenden Strom begrenzen noch Temperaturvariationen kompensieren, die den Ladezustand („SOC“ – State of Charge) der Batterie stark beeinflussen. Indem die Menge an Erhaltungsladung nicht gesteuert wird, verursacht der Gleichstromgenerator außerdem, daß die Batterie im Lauf der Zeit Elektrolyte verliert.

[0004] Noch ein weiterer herkömmlicher Ansatz verwendet als Hauptgleichstromquelle mit einer konstanten Ausgangsspannung eine geregelte Transformator-Gleichrichter-Einheit („RTRU“ – Regulated Transformer Rectifier Unit). Die RTRU kann Batterien mit konstantem Potential laden, kann aber weder den in die Batterie fließenden Strom begrenzen, noch Temperaturvariationen kompensieren. Indem die Menge an Erhaltungsladung nicht gesteuert wird, verursacht die RTRU außerdem, daß die Batterie im Lauf der Zeit Elektrolyte verliert.

[0005] Aufgrund der obigen Mängel wird üblicherweise zusätzlich zu der Hauptgleichstromquelle zusätzliches Gerät wie etwa ein separates Batterieladegerät verwendet. Da die Ladespannung zeitweise hoch sein kann, muß die Batterie während des Ladens von dem Hauptgleichstrombus des Leistungssystems getrennt werden. Dies erfordert spezielle Leistungsbusanordnungen und schränkt die Verwendung der Batterie als eine Buspräsenz ein, wodurch die Flexibilität und Qualität des Gleichstromleistungssystems beeinflußt werden.

[0006] Aus US-A-5,864,221 ist eine Multifunktionsvorrichtung zum Regeln von Spannung bekannt, die über eine Sammelschiene Elektroden zugeführt und an eine wiederaufladbare Batterie liefert wird.

[0007] Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit diesen Mängeln herkömmlicher Leistungssystemdesigns durch Bereitstellen einer Multifunktionsvorrichtung zum Regeln einer Spannung

[0008] [Lakune] einen Wechselstrom-Gleichstrom-Wandler (AC/DC), der eine AC-Versorgungsspannung empfängt, die AC-Versorgungsspannung in eine geregelte DC-Spannung umwandelt und die geregelte DC-Spannung an den DC-Leistungsbus ausgibt, um dadurch die geregelte Spannung an eine mit dem DC-Leistungsbus verbundene elektrische Last und an die wiederaufladbare Batterie zu liefern, die ständig mit dem DC-Leistungsbus verbunden ist; und einen Leistungscontroller, der eine von dem AC/DC-Wandler durchgeführte Umwandlung als Funktion einer Charakteristik der Batterie steuert. Die vorliegende Erfindung eignet sich zur Implementierung in einem Flugzeugleistungssystem, um die innerhalb des Einhaltungsbereichs des DC-Leistungsbusses ausgegebene Spannung (z. B. zwischen 27,5 und 29,5 Vdc) aufrechtzuerhalten und dabei die Ausgangsspannung zu justieren, um eine mit dem Bus verbundene Batterie effizient zu laden und/oder eine mit dem Bus verbundene APU zu starten.

[0009] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält ein Multifunktions-AC/DC-Wandler eine Stromsteuereinheit, die den von einer wieder aufladenden Batterie gezogen Strompegel überwacht und die von der AC/DC-Umwandlungsschaltungsanordnung ausgegebene Spannung auf der Basis des Ladezustands der Batterie steuert. In einer ersten Leistungssteuerstufe, bei der die Batterie vollständig oder fast entladen ist, steuert die Leistungssteuereinheit die ausgegebene Spannung auf einem relativ niedrigen Pegel (innerhalb des Einhaltungsbereichs des Leistungssystems), um zu verhindern, daß die Batterie eine ungesteuerte oder übermäßige Strommenge zieht. Wenn sich die Batterie leert und ihre innere Impedanz steigt, gestattet die Leistungssteuereinheit ein Steigen der Ausgangsspannung, wodurch der zu der Batterie fließende Strom auf einem adäquaten Pegel für effizientes Laden der Batterie gehalten wird. Wenn die Ausgangsspannung einen Schwellwertpegel erreicht, initiiert die Leistungssteuereinheit eine zweite Steuerstufe, um die Ausgangsspannung auf dem erhöhten Pegel aufrechtzuhalten (z. B. in der Nähe der oberen Einhaltungsgrenze des DC-Leistungsbusses), so daß sich die Batterie weiterhin lädt, wenngleich mit ständig abnehmendem Strom. Während dieser zweiten Leistungssteuerstufe steuert die Leistungssteuereinheit bei einer Implementierung der vorliegenden Erfin-

dung die Ausgangsspannung als Funktion der Batterietemperatur, so daß die Ausgangsspannung bei höheren Batterietemperaturen niedriger und bei niedrigeren Batterietemperaturen höher ist. Diese Temperaturkompensation verbessert die Effizienz des Batterieladeprozesses. Wenn der von der Batterie gezogene Strom unter einen Schwellwertpegel abfällt (der z. B. anzeigt, daß die Batterie zu etwa 80% Prozent wieder aufgeladen ist), initiiert die Leistungssteuerseinheit eine dritte Leistungssteuerstufe, um die Ausgangsspannung auf einem geregelten Nennpegel abzusenken (z. B. 28 Vdc in einer Flugzeug-DC-Bus-Implementierung) um die Ladung der Batterie aufrechtzuerhalten (d. h. einen Erhaltungsladungsmodus mit konstantem Potential zu erreichen). Diese dritte Leistungssteuerstufe verhindert Elektrolytverlust während der Erhaltungsladung.

[0010] Indem mehrere Funktionen in eine einzelne Einheit integriert werden, verbessert der AC/DC-Wandler der vorliegenden Erfindung die Zuverlässigkeit, weil keine zusätzlichen auswechselbaren Einheiten („LRU“ – Line Replaceable Units) und assoziierte Schalteinrichtungen erforderlich sind, um die ladende Batterie mit dem DC-Leistungsbuss zu verbinden und von ihm zu trennen, und erfordert weniger Steuer- und Leistungsverdrahtung. Weil die wiederaufladende Batterie ständig mit dem DC-Leistungsbuss verbunden sein kann, ermöglicht die vorliegende Erfindung zudem unterbrechungsfreie Leistungstransfers (NBPT – No Break Power Transfers) in dem DC-Teilsystem während AC-Leistungsunterbrechungen oder anderen Systemausfällen und reduziert Gewicht und Kosten des DC-Systems im Vergleich zu einem System, das ein separates Batterieladegerät erfordert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Weitere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich bei der Lektüre der folgenden ausführlichen Beschreibung und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Es zeigen:

[0012] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Implementierung eines Multifunktions-AC/DC-Wandlers und seine Integrierung in ein typisches Luft- und Raumfahrt-DC-Teilsystem gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

[0013] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm eines Multifunktions-AC/DC-Wandlers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0014] [Fig. 3](#) ein Diagramm, das die Leistungssteuerstufen veranschaulicht, die von einem Multifunktions-AC/DC-Wandler zum Implementieren einer Batterieladesteuerssequenz gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genutzt werden; und

[0015] [Fig. 4](#) ein Blockdiagramm einer beispielhaften DC/DC-Wandlerkonfiguration, die als Teil eines Multifunktions-AC/DC-Wandlers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung implementiert ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0016] [Fig. 1](#) veranschaulicht eine beispielhafte Implementierung eines Multifunktions-AC/DC-Wandlers und seiner Integration in ein typisches Luft- und Raumfahrt-DC-Teilsystem gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten beispielhaften Implementierung sind ein Multifunktionswandler **100**, eine Batterie **200** und eine Höchststromeinheit **400** mit einem DC-Leistungsbuss **300** verbunden, der einer von mehreren DC-Leistungsbussen eines Flugzeugleistungsteilsystems sein kann. Es sollte ohne weiteres verständlich sein, daß verschiedene elektrische Lasten und andere Elemente an den DC-Leistungsbuss **300** angeschlossen werden können. Der Multifunktionswandler **100** empfängt eine Wechselstromeingabe (z. B. 115 oder 230 Vac) und gibt eine gemäß unten ausführlich erörterten Prinzipien der vorliegenden Erfindung geregelte Spannung aus. Ein Batteriestromsensor **10** ist zwischen dem DC-Leistungsbuss **300** und der Batterie **200** vorgesehen, um einen Stromfluß zu der Batterie **200** zu überwachen. Gleichermaßen ist ein APU-Stromsensor **20** zwischen den DC-Leistungsbuss **300** und der APU **400** vorgesehen, um einen Stromfluß zu der APU **400** zu überwachen.

[0017] Der Multifunktionswandler **100** empfängt die Ausgabe des Batteriestromsensors **10** und des APU-Stromsensors **20** sowie die Ausgabe eines Temperatursensors **210**, der die Temperatur der Batterie **200** überwacht. Der Multifunktionswandler **100** empfängt außerdem die Regelpunkt-(„POR“ – Point of Regulation)-Spannung als Anzeige zunehmender/abnehmender Lastpegel auf dem DC-Leistungsbuss **300**. Wie unten ausführlich beschrieben, steuert der Multifunktionswandler **100** die Ausgangsspannung so, daß sie innerhalb des Einhaltungsbereichs des entsprechenden DC-Leistungsteilsystems liegt (z. B. innerhalb des Bereichs von 27,5 bis 29 Vdc für eine Flugzeugimplementierung), und justiert dabei die Ausgangsspannung, um die Batterie **200** effizient wieder aufzuladen und einen Elektrolytverlust zu verhindern. Zudem justiert der Multifunktionswandler **100** die Ausgangsspannung beim Starten der APU **400**, um den Startstrom der APU **400** auf einen für ein effizientes Starten benötigten Pegel zu begrenzen. Der AC/DC-Wandler **100** kann die APU **400** unabhängig starten oder eine Batterie bei dem Startprozeß unterstützen.

[0018] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm einer Multifunktions-AC/DC-Wandler-**100**-Konfiguration gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in

Fig. 2 zu sehen, enthält der Multifunktionswandler **100**: (a) einen Erste-Stufe-AC/DC-Wandler **110**; (b) ein Schaltmodul **120**; (c) eine Leistungssteuereinheit **130**; (d) einen Ausgangstransformator **140**; (e) und eine Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150**. Wie bei einem herkömmlichen Leistungssystemdesign empfängt der Erste-Stufe-AC/DC-Wandler eine dreiphasige Wechselspannung (z. B. 115 oder 230 Vac bei 400 Hz oder einer variablen Frequenz von 360 bis 800 Hz) und konvertiert die 3phasige Wechselspannung in eine Zwischengleichspannung (z. B. 270 Vdc). Diese anfängliche AC/DC-Umwandlung kann durch eine Kombination aus Phasenumwandlungs- und -gleichrichtungsschaltung anordnen erfolgen. Beispielsweise kann ein nicht gezeigter 3-Phase-zu-9-Phase-Spartransformator die eingegebene 3phasige Spannung in eine an einen nicht gezeigten 18-Impuls-Gleichrichter angeschlossene 9-Phasen-Wechselspannung umwandeln, um die resultierende 9-Phase-Wechselspannung in Gleichspannung umzuwandeln. Es sollte offensichtlich sein, daß alternative Konfigurationen verwendet werden können, um die eingegebene 3phasige Spannung in eine Zwischengleichspannung umzuwandeln. Das Schaltmodul **120** wandelt die von dem Erste-Stufe-AC/DC-Wandler **110** ausgegebene Gleichspannung in eine Wechselspannung aufgrund von von der Leistungssteuereinheit **130** ausgegebenen Schaltsteuersignalen. Das Schaltmodul **120** kann als eine bekannte „H-Brücke“-Konfiguration von Leistungseinrichtungen implementiert sein, z. B. IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors), bei denen zwei IGBT-Paare alternativ aktiviert werden, um an der Primärwicklung des Ausgangstransformators **140** eine Wechselspannung zu erzeugen.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt das Schaltsteuermodul **120** eine Wechselspannung mit einem Effektivpegel („RMS“ – Root-Mean-Square), der von der Leistungssteuereinheit **130** auf der Basis eines oder mehrerer der folgenden gesteuert wird: (1) Ausgabe des Batteriestromsensors **10**; (2) Ausgabe des Batterietemperatursensors **210**; (3) Ausgabe des APU-Stromsensors **20** und (4) POR-Spannung, die eine Last an den DC-Leistungsbus **300** anzeigt. Diese Schaltsteuerung wird unten unter Bezugnahme auf **Fig. 3** und **Fig. 4** ausführlicher erörtert. Die von dem Schaltmodul **120** ausgegebene Wechselspannung wird von dem Ausgangstransformator **140** (d. h. einem Step-down-Transistor) in eine niedrigere Wechselspannung umgewandelt. Die von dem Ausgangstransformator **140** ausgegebene niedrigere Wechselspannung wird von der Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** gleichgerichtet und gefiltert, um einen geregelten Spannungspegel an den DC-Leistungsbus **300** auszugeben. Die von der Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** ausgegebene geregelte Spannung wird auch an die Leistungssteuereinheit **130** zurückgekoppelt, um das Regeln der Spannung auf einen

gewünschten Pegel zu unterstützen.

[0020] Als nächstes wird die Funktionsweise der Leistungssteuereinheit **130** zum Erzielen eines effizienten Batterieladens als nächstes unter Bezugnahme auf das Diagramm von **Fig. 3** beschrieben, das eine Ausgangsspannung (durchgezogene Linie) und einen Batterieeingangsstrom (gestrichelte Linie) nach Messung durch den Batteriestromsensor **10** über einen Ladezyklus der Batterie **200** darstellt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, arbeitet die Leistungssteuereinheit **130** dahingehend, drei Wiederaufladestufen der Batterie **200** zu erzielen und gleichzeitig die Ausgangsspannung innerhalb des Einhaltungsbereichs des DC-Leistungsbusses aufrechtzuerhalten (z. B. zwischen 27,5 und 29,5 Vdc). Bei einer ersten Leistungssteuerstufe, in der die Batterie vollständig oder fast entladen ist, steuert die Leistungssteuereinheit **130** die Ausgangsspannung auf einen relativ niedrigen Pegel (innerhalb des Einhaltungsbereichs des Leistungssystems), der einen konstanten begrenzten Stromfluß in die Batterie **200** aufrechterhält. Diese Leistungssteuerstufe verhindert, daß die Batterie **200** eine ungesteuerte oder übermäßige Strommenge zieht, was die Batterie beschädigen oder den Wandler **100** überlasten könnte.

[0021] Während die Batterie **200** lädt und ihre innere Impedanz steigt, gestattet die Leistungssteuereinheit **130**, daß die Ausgangsspannung steigt, wodurch der zur Batterie **200** fließende Strom auf einem konstanten Pegel gehalten wird. Wenn die Ausgangsspannung einen maximalen Schwellwertpegel erreicht, zum Beispiel gerade unter der oberen Einhaltungsgrenze des DC-Leistungsbusses, leitet die Leistungssteuereinheit **130** eine zweite Steuerstufe ein, um die Ausgangsspannung konstant bei oder in der Nähe der maximalen Wanderausgangsspannung zu halten, so daß die Batterie **200** weiter lädt, wenn auch mit ständig abnehmendem Strom. Während dieser zweiten Steuerstufe nimmt der Ladestrom in die Batterie **200** aufgrund des Anstiegs bei der internen Batterieimpedanz ständig ab. Während dieser zweiten Leistungssteuerstufe steuert die Leistungssteuereinheit **130** bei einer Implementierung der vorliegenden Erfindung die Ausgangsspannung als Funktion der Batterietemperatur, um den Batterieladeprozess zu optimieren, so daß die Ausgangsspannung für höhere Batterietemperaturen gesenkt und für niedrigere Batterietemperaturen erhöht wird. Diese Temperaturkompensation verbessert die Batterieladeeffizienz.

[0022] Wenn als letzter Punkt der von der Batterie gezogene Strom unter einen Schwellwertpegel abfällt (der zum Beispiel anzeigt, daß die Batterie zu etwa 80% Prozent wieder aufgeladen ist), initiiert die Leistungssteuereinheit **130** eine dritte Leistungssteuerstufe, um die Ausgangsspannung auf einen regulierten Nennpegel abzusenken (z. B. 28 Vdc in einer

Flugzeug-DC-Bus-Implementierung), um eine Erhaltungsladung der Batterie vorzunehmen (d. h. einen Erhaltungsladmodus mit konstantem Potential zu erzielen). Dieser Spannungspegel liegt unter dem während der zweiten Steuerstufe verwendeten, um den Elektrolytverlust zu minimieren. Während dieser Stufe der Erhaltungsladung mit konstanter Spannung wird der Ladstrom in die Batterie **200** auf einem sehr niedrigen Pegel gehalten (z. B. 1 Ampere oder weniger). Durch das Verfolgen von Änderungen beim Batteriestrom und der Ausgangsspannung des Wandlers **100** im Lauf der Zeit kann die Leistungssteuereinheit **130** innerhalb gewisser Grenzen den Pegel der Batterieladung bestimmen und ein Signal ausgeben, das den geschätzten Ladezustand der Batterie anzeigt. Beispielsweise kann die Leistungssteuereinheit **130** bei einer Flugzeugimplementierung ein Signal an das Flugdeck ausgeben, um die Bereitschaft der Batterie **200** für den Flug anzuzeigen.

[0023] Beim Steuern der Ausgangsspannung des Wandlers **100** stellt die Leistungssteuereinheit **130** sicher, daß die Ausgangsspannung innerhalb eines Bereichs aufrechterhalten wird, die den Anforderungen des für die Anwendung verwendeten Leistungsqualitätsstandards entspricht. Dieser Spannungspegel ermöglicht es der Batterie **200**, ständig mit dem DC-Leistungsbus **300** verbunden zu sein. Somit steht die Batterie **200** während einer AC-Leistungsunterbrechung oder anderen Systemausfällen ständig zur Verfügung. Die oben beschriebenen Batterieladestufen können in der Leistungssteuereinheit **130** in Form einer eigenen integrierten Schaltungskarte („IC“) implementiert werden und können mit Hardware, Software oder einer Kombination aus Hardware und Software implementiert werden. Zum Optimieren des Ladeprozesses kann die angelegte Spannung hinsichtlich Temperatur kompensiert werden, d. h. niedriger für höhere Batterietemperaturen und höher, wenn niedrigere Batterietemperaturen gemessen werden.

[0024] [Fig. 4](#) zeigt eine beispielhafte Konfiguration für die Leistungssteuereinheit **130**, das Schaltmodul **120**, den Ausgangstransformator **140** und die Ausgangsgleichrichter- und -filttereinheit **150**. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, enthält die Leistungssteuereinheit **130** eine Impulsbreitenmodulationseinheit („PWM“ – Pulse Width Modulation) **132**, die ein Maß der POR-Spannung, Strommessungen für die Batterie **200** und APU **400**, Temperatur der Batterie **200** und ein Maß der Ausgangsspannung des Wandlers **100** erhält. Die PWM-Einheit **132** erzeugt eine Sequenz von Impulsen, deren Breite je nach mindestens einer Charakteristik der Batterie **200** variiert wird (z. B. in Abhängigkeit von dem Batterieladezustand). Die Impulsbreite kann weiterhin justiert werden, um Änderungen bei der Last zu berücksichtigen, die in der POR-Spannung erscheinen, und einen Anlaßzustand der APU **400** zu berücksichtigen. Die PWM-Einheit **132** gibt das erzeugte PWM-Signal an

den Gatetreiber **134** aus, der die Schalter des Schaltmoduls **120** ansteuert.

[0025] Wie in [Fig. 4](#) zu sehen, ist das Schaltmodul **120** gemäß einer Implementierung der vorliegenden Erfindung eine herkömmliche H-Brücken-Konfiguration aus Leistungseinrichtungen, bei denen es sich bei der in [Fig. 4](#) gezeigten beispielhaften Implementierung um n-Kanal-IGBTs handelt. Das in [Fig. 4](#) gezeigte Schaltmodul **120** enthält ein erstes, zweites, drittes und vieres IGBT-Modul **122, 124, 126** und **128**, jeweils aus einem IGBT und einer antiparallelen Diode gebildet, wobei die Anode der antiparallelen Diode mit dem Emitter des entsprechenden IGBT verbunden ist und die Kathode mit dem Kollektor des entsprechenden IGBT verbunden ist. Die Gateelektroden des ersten, zweiten, dritten und vierten IGBT-Moduls **122, 124, 126** und **128** sind so geschaltet, daß sie eine Ausgabe des Gatetreibers **134** empfangen. Das erste IGBT-Modul **122** und das zweite IGBT-Modul **124** (diagonal positioniert) teilen sich eine gemeinsame Verbindung zu dem Gatetreiber **134**, wodurch ein erstes IGBT-Modulpaar gebildet wird, und das dritte IGBT-Modul **126** und das vierte IGBT-Modul **128** (diagonal positioniert) teilen sich eine gemeinsame Verbindung zu dem Gatetreiber **134**, wodurch ein zweites IGBT-Modulpaar gebildet wird. Die von dem Gatetreiber **134** an die IGBT-Modulpaare ausgegebenen PWM-Schaltsignale sind so versetzt, daß die IGBT-Modulpaare abwechselnd EIN/AUS schalten, wodurch an der Primärwicklung des Transformators **140**, der in der beispielhaften Konfiguration von [Fig. 4](#) ein Transformator mit Mittendarbriß ist, eine Wechselspannung erzeugt wird.

[0026] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist der Kollektor des ersten IGBT-Moduls **122** mit dem (+)-Ausgang des Erste-Stufe-AC/DC-Wandlers **110** verbunden. Gleichesmaßen ist der Kollektor des vierten IGBT-Moduls **128** mit dem (+)-Ausgang des Erste-Stufe-AC/DC-Wandlers **110** verbunden. Der Emitter des ersten IGBT-Moduls **122** ist mit dem Kollektor des dritten IGBT-Moduls **126** und mit einer ersten Seite der Primärwicklung des Ausgangstransformators, **140** verbunden. Der Emitter des vierten IGBT-Moduls **128** ist mit dem Kollektor des zweiten IGBT-Moduls **124** und mit einer zweiten Seite der Primärwicklung des Ausgangstransformators **140** verbunden. Der Emitter des dritten IGBT-Moduls **126** und der Emitter des zweiten IGBT-Moduls **124** sind mit dem (–)-Ausgang des Erste-Stufe-AC/DC-Wandlers **110** verbunden. Durch abwechselndes Aktivieren von zwei Schaltmodulpaaren, die von dem ersten und zweiten IGBT-Modul **122, 124** gebildet werden, beziehungsweise dem dritten und vierten IGBT-Modul **126, 128** bewirkt der Gatetreiber **134**, daß das Schaltmodul **120** an der Primärwicklung des Ausgangstransformators **140** eine Wechselspannung erzeugt. Der RMS-Wert dieser Wechselspannung wird von der Impulsbreite der von dem Gatetreiber **134** ausgegebenen

nen Ansteuersignale beeinflußt, die als Funktion von mindestens einem der folgenden geändert wird: Batterieladecharakteristiken, Batterietemperatur, APU-Startzustand und POR-Spannung gemäß Prinzipien der vorliegenden Erfindung.

[0027] Wie weiter in [Fig. 4](#) gezeigt, enthält die Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** ein Paar Dioden **152a**, **152b**, jeweils mit einem Ende der Sekundärwicklung des Ausgangstransformators **140** verbunden, um die transformierte Wechselspannung in Gleichspannung umzuwandeln. Die Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** enthält weiterhin eine zwischen den Ausgang des Paares von Dioden **152a**, **152b** und den Ausgang der Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** geschaltete Induktionsspule **154** und eine zwischen das Ausgangsende der Induktionsspule **154** und einem negativen Anschluß der Konverteranordnung geschalteten Kondensator **156**, der als eine geerdete Verbindung in der Implementierung von [Fig. 4](#) gezeigt ist. Diese Anordnung aus der Induktionsspule **154** und dem Kondensator **156** filtert die aus dem Paar von Dioden **152a**, **152b** resultierende Gleichspannung. Es ist zu erkennen, daß verschiedene alternative Anordnungen für die Ausgangsgleichrichter- und -filtereinheit **150** geeignet sein können.

[0028] Wenngleich die Funktionsweise der Leistungssteuereinheit **130** oben auf der Basis von Wiederaufladecharakteristiken der Batterie **200** erörtert worden ist, kann die Leistungssteuereinheit **130** auch ständig den von der APU **400** gezogenen Strom überwachen (wie in [Fig. 2](#) gezeigt). Bei Verwendung in einer APU-Startanwendung begrenzt die Leistungssteuereinheit **130** den von der APU **400** gezogenen Anlaßstrom auf einen Wert, der für den Wandler **110** geeignet ist, um die APU **400** unabhängig zu starten oder die APU **400** in Verbindung mit einer Batterie zu starten. Wie weiter in [Fig. 2](#) gezeigt, überwacht die Leistungssteuereinheit **130** ständig die POR-Spannung, um eine Ausgangsspannung als eine Funktion von Last zu regeln. Eine erhöhte Last auf dem DC-Leistungsbus **300** verursacht, daß in dem Erste-Stufe-AC/DC-Wandler **110** höhere Verluste auftreten, was zu einer niedrigeren, an den Ausgangstransformator **140** angelegten RMS-Spannung führt. Somit justiert die Leistungssteuereinheit **130** die Impulsbreite für die zu dem Schaltmodul **120** ausgegebenen Schaltansteuersignale auf der Basis von Lastpegeln, um die gewünschte Ausgangsspannung des Wandlers **100** aufrechtzuerhalten.

[0029] Indem mehrere Funktionen in eine einzelne Einheit integriert werden, verbessert der AC/DC-Wandler **100** der vorliegenden Erfindung die Zuverlässigkeit, weil keine zusätzlichen auswechselbaren Einheiten („LRU“ – Line Replaceable Units) und assoziierte Schalteinrichtungen erforderlich sind, um die ladende Batterie **200** mit dem DC-Leistungs-

bus **300** zu verbinden und von ihm zu trennen, und erfordert weniger Steuer- und Leistungsverdrahtung. Weil die wieder aufladende Batterie **200** ständig mit dem DC-Leistungsbus **300** verbunden sein kann, ermöglichen Prinzipien der vorliegenden Erfindung zudem unterbrechungsfreie Leistungstransfers (NBPT – No Break Power Transfers) in dem DC-Teilsystem während AC-Leistungsunterbrechungen oder anderen Systemausfällen und reduziert Gewicht und Kosten des DC-Systems im Vergleich zu einem System, das ein separates Batterieladegerät erfordert.

Patentansprüche

1. Multifunktionsvorrichtung (**100**) zum Regeln einer elektrischen Lasten zugeführten und an eine wieder aufladbare Batterie (**200**) über einen Gleichstrombus (DC-Leistungsbus) (**300**) gelieferten Spannung, umfassend:

einen Wechselstrom-Gleichstrom-Wandler (AC/DC) (**110**, **120**, **140**, **150**), der eine AC-Versorgungsspannung empfängt, die AC-Versorgungsspannung in eine geregelte DC-Spannung umwandelt und die geregelte DC-Spannung an den DC-Leistungsbus (**300**) ausgibt, um dadurch die geregelte Spannung an eine mit dem DC-Leistungsbus verbundene elektrische Last und an die wieder aufladbare Batterie zu liefern, die ständig mit dem DC-Leistungsbus verbunden ist; und

einen Leistungscontroller (**130**), der eine von dem AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) durchgeführte Umwandlung als Funktion einer Charakteristik der Batterie (**200**) steuert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der DC-Leistungsbus (**300**) ein Leistungsbus eines Luft- und Raumfahrt-Leistungssystems mit daran angeschlossener elektrischer Last ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Leistungscontroller (**130**) die von den AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) durchgeführte Umwandlung so steuert, daß der AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) eine Gleichspannung ausgibt, die einen konstanten Stromfluß in die Batterie (**200**) von dem DC-Bus (**300**) während eines ersten Steuermodus aufrechterhält.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Leistungscontroller (**130**) die von den AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) durchgeführte Umwandlung so steuert, daß der AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) eine erste konstante Gleichspannung während eines zweiten Steuermodus ausgibt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Leistungscontroller (**130**) die von den AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) durchgeführte Umwandlung so steuert, daß der AC/DC-Wandler (**110**, **120**, **140**, **150**) eine zweite konstante Gleichspannung während ei-

nes dritten Steuermode ausgibt, die niedriger ist als die erste konstante Gleichspannung.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der AC/DC-Wandler (**110, 120, 140, 150**) folgendes enthält:

eine erste AC/DC-Umwandlungsstufe (**110**), die die AC-Versorgungsspannung in eine Zwischengleichspannung umwandelt;
ein Schaltmodul (**120**), das die Zwischengleichspannung in eine Zwischenwechselspannung umwandelt;
einen Ausgangstransformator (**140**), der die Zwischenwechselspannung in eine heruntertransformierte Wechselspannung transformiert; und
einen Gleichrichter (**150**), der die heruntertransformierte Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Leistungscontroller (**130**) ein Schalteransteuersignal erzeugt und das Schalteransteuersignal an das Schaltmodul (**120**) ausgibt, um einen Effektivpegel der Zwischenwechselspannung zu steuern.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Leistungscontroller (**130**) ein impulsbreitenmoduliertes Schaltsignal mit einer Impulsbreite erzeugt, die je nach einem Wiederaufladungszustand der Batterie (**200**) variiert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Leistungscontroller (**130**) eine von dem AC/DC-Wandler (**110, 120, 140, 150**) durchgeführte Umwandlung als Funktion der Temperatur der Batterie (**200**) steuert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der AC/DC-Wandler (**110, 120, 140, 150**) die geregelte Gleichspannung an eine Hilfsstromeinheit (**400**) über den DC-Leistungsbus (**300**) ausgibt und der Leistungscontroller (**130**) weiterhin eine von dem AC/DC-Wandler (**110, 120, 140, 150**) ausgeführte Umwandlung als Funktion eines von der Hilfsstromeinheit (**400**) gezogenen Stroms steuert.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

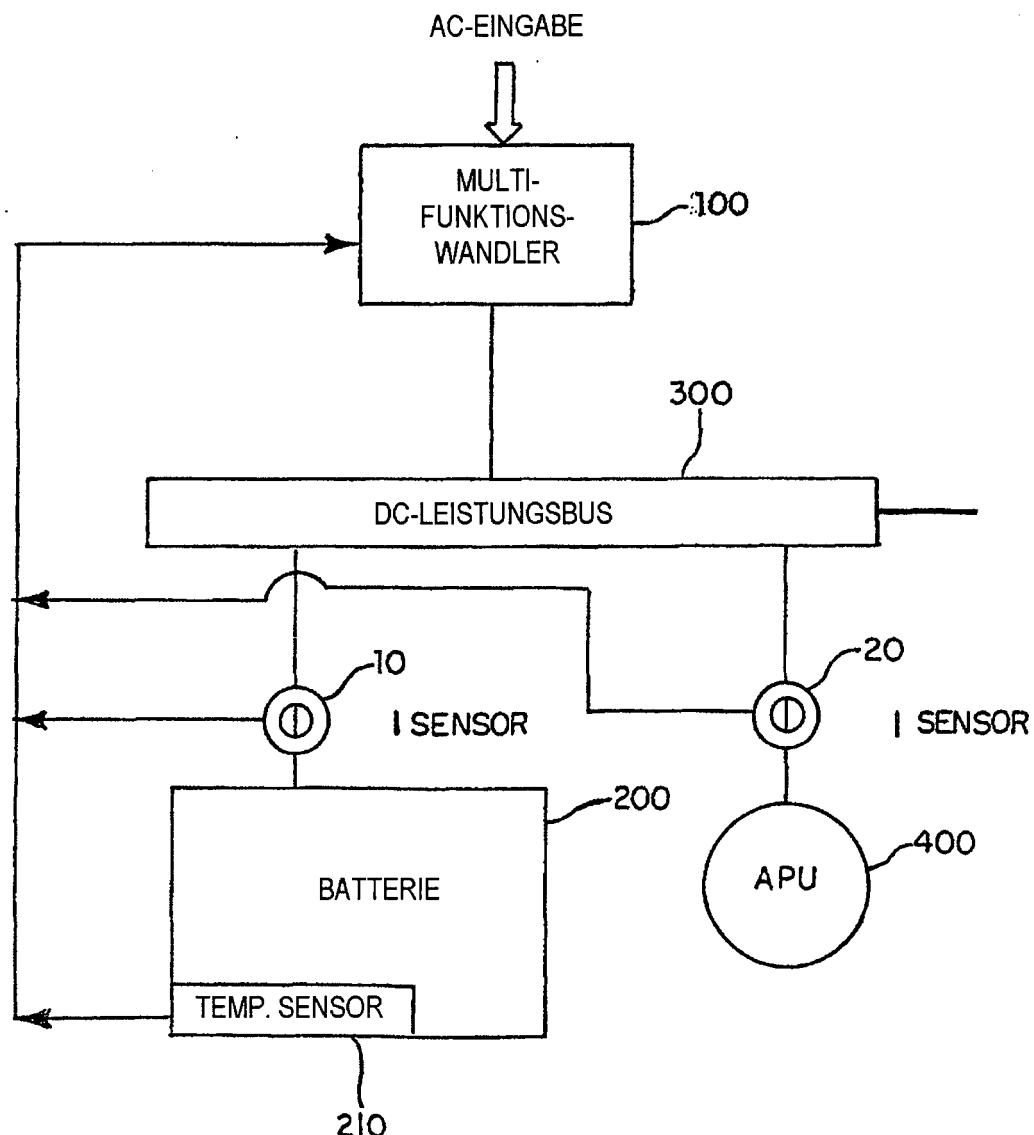


FIG. 1

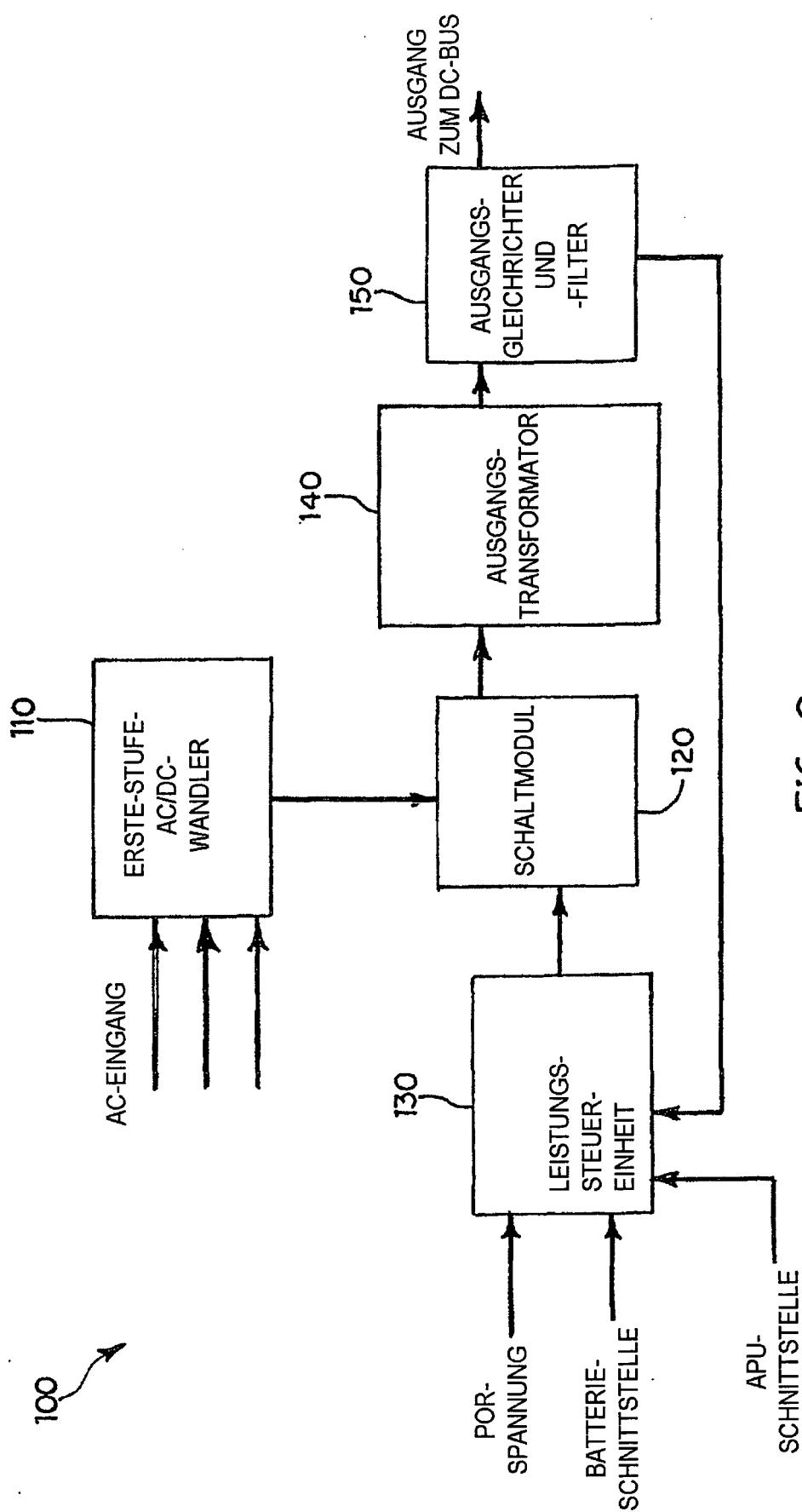


FIG. 2

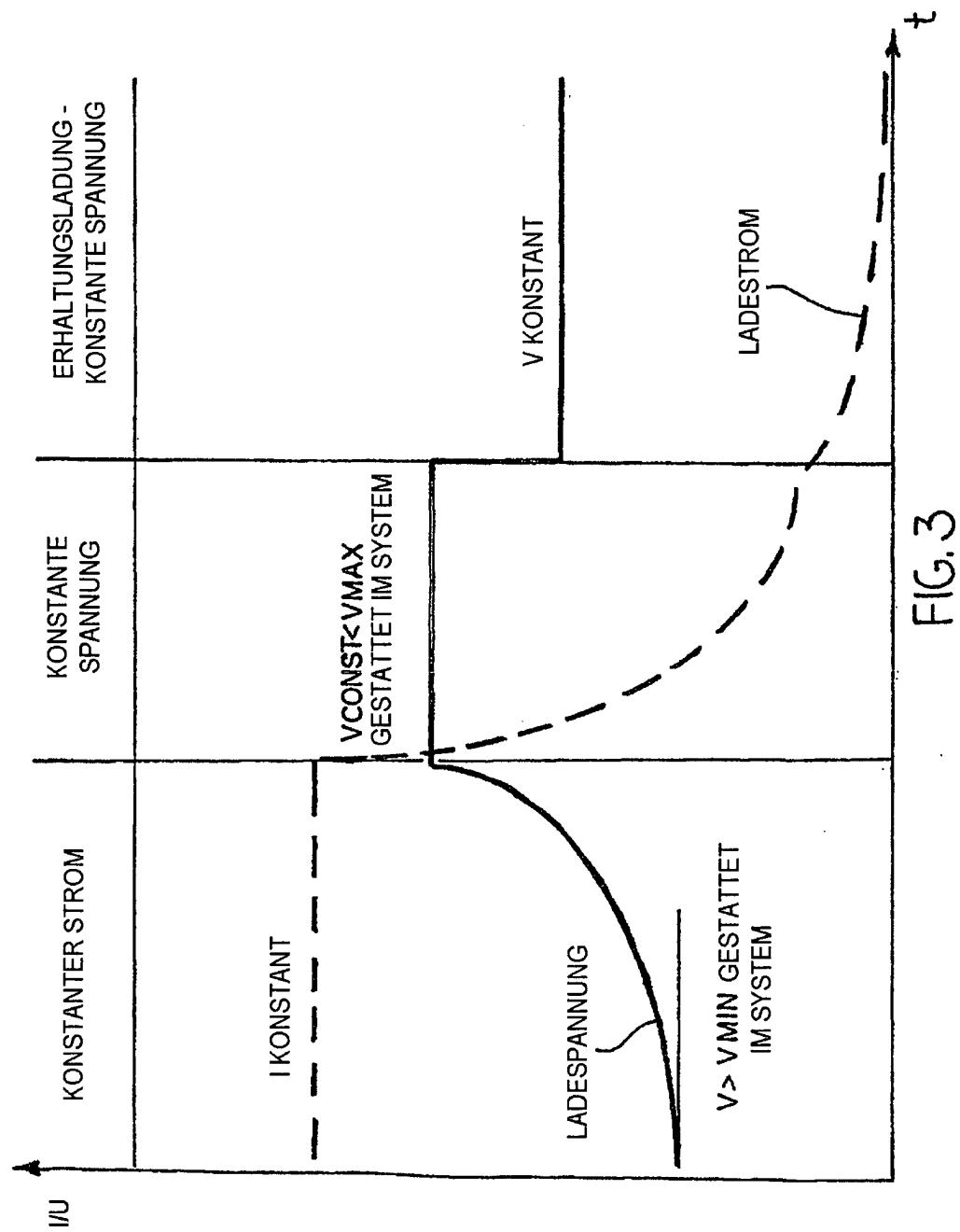


FIG. 3

