

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 591/2012
(22) Anmeldetag: 18.05.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2013

(51) Int. Cl. : **G05F 1/618** (2006.01)
H02M 5/451 (2006.01)
H02J 3/34 (2006.01)
H02J 7/02 (2006.01)
B23K 9/095 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 9037559 A CN 101425756 A
JP 8237963 A JP 10341572 A

(73) Patentanmelder:
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
4643 PETTENBACH (AT)

(54) **Verfahren zur Regelung einer Stromquelle, sowie Stromquelle und Prozessregler hierfür**

(57) Es wird ein Verfahren zur Regelung einer Stromquelle angegeben. Die Stromquelle umfasst einen ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in eine Ausgangsspannung (U_A). Am Ausgang des zweiten Wandlers (3) wird dabei ein Prozess geregelt. Zudem wird von einem digitalen Prozessregler zumindest ein Parameter und/oder dessen Wert zur Regelung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) für den ersten Wandler (1) in Abhängigkeit eines Ereignisses am Ausgang vorgegeben.

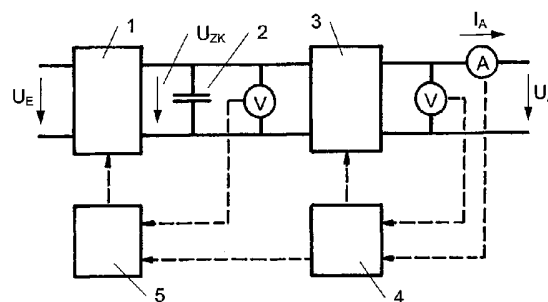


Fig. 1

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wird ein Verfahren zur Regelung einer Stromquelle angegeben. Die Stromquelle umfasst einen ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in eine Ausgangsspannung (U_A). Am Ausgang des zweiten Wandlers (3) wird dabei ein Prozess geregelt. Zudem wird von einem digitalen Prozessregler zumindest ein Parameter und/oder dessen Wert zur Regelung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) für den ersten Wandler (1) in Abhängigkeit eines Ereignisses am Ausgang vorgegeben.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Stromquelle mit einem ersten Wandler zum Umwandeln einer Eingangsspannung in eine Zwischenkreisspannung, einen Zwischenkreiskondensator sowie einen zweiten Wandler zum Wandeln der Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung, wobei am Ausgang des zweiten Wandlers ein Prozess und insbesondere die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom mit Hilfe des zweiten Wandlers geregelt wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung einen Prozessregler für eine Stromquelle, wobei die Stromquelle einen ersten Wandler zum Umwandeln einer Eingangsspannung in eine Zwischenkreisspannung, einen Zwischenkreiskondensator sowie einen zweiten Wandler zum Wandeln der Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung umfasst. Die Regelung umfasst dabei einen Eingang für die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom einen Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers sowie Mittel zur Ausführung eines Regelalgorithmus, bei dem die die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom als Regelgröße und der zweite Wandler als Stellglied eines Regelkreises vorgesehen sind.

Schließlich betrifft die Erfindung eine Stromquelle, umfassend einen ersten Wandler zum Umwandeln einer Eingangsspannung in eine Zwischenkreisspannung, einen Zwischenkreiskondensator sowie einen zweiten Wandler zum Wandeln der Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung und eine Regelung der genannten Art, deren Eingang für die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom mit dem Ausgang der Schweißstromquelle und deren Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers mit dem zweiten Wandler verbunden ist.

Verfahren zur Regelung einer Stromquelle der oben genannten Art sind prinzipiell bekannt. Dabei wird eine Eingangswchselspannung in eine Zwischenkreisspannung gewandelt. Alternativ ist es auch möglich eine Eingangsgleichspannung in eine Zwischenkreisspannung zu wandeln, wenn die Eingangsgleichspannung nicht die gewünschte Höhe hat. Diese Zwischenkreisspannung wird von einem Zwischenkreiskondensator auf annähernd konstantem Niveau gehalten. In Folge wird diese Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung gewandelt. Die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom werden dabei mit Hilfe des zweiten Wandlers geregelt. Beispielsweise kann ein impulsförmiger Ausgangsstrom bei konstanter Spannung vorgesehen werden, so wie dies etwa für das Impulsschweißen benötigt wird. Weiterhin werden solche Verfahren zum Batterieladen eingesetzt.

Ein weiterer Aspekt ist auch, dass ein Übersetzungsverhältnis eines Transformators, welcher wegen der galvanischen Trennung und der Stromübersetzung beispielsweise im zweiten Wandler vorhanden ist, in der Regel möglichst hoch angesetzt wird, sodass die Primärströme vergleichsweise niedrig ausfallen. Dies bedingt eine relativ hohe Zwischenkreisspannung und damit relativ große Luft & Kriechstromstrecken, besonders für primär – sekundär trennende Bauteile. Häufig wird ein hohes Übersetzungsverhältnis des genannten Transformators aber dadurch limitiert, dass benötigte und industriell verfügbare Bauteile einen bestimmten, jedoch für die oben erwähnten Luft & Kriechstromstrecken zu kleinen Pinabstand aufweisen. Eine deswegen vorgesehene, kleinere Zwischenkreisspannung bedingt jedoch wiederum hohe Primärströme und den Einsatz von teuren Bauteilen, insbesondere teuren Halbleitern in Gleich- und Wechselrichtern der genannten Stromquelle. Dies ist wie leicht einsehbar ist ein unbefriedigender Zustand, da die Leistungsfähigkeit einer Stromquelle durch diese äußeren Randbedingungen unnötig eingeschränkt wird.

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zur Regelung einer Stromquelle im Rahmen eines Schweißprozesses oder eines Batterieladeprozesses, einen verbesserten Prozessregler für eine Stromquelle sowie eine verbesserte Stromquelle anzugeben. Insbesondere soll die Schweißqualität oder

Qualität beim Laden einer Batterie bei gleichbleibendem Leistungsteil verbessert werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem von einem digitalen Prozessregler zumindest ein Parameter und/oder dessen Wert zur Regelung der Zwischenkreisspannung für den ersten Wandler in Abhängigkeit eines Ereignisses am Ausgang vorgegeben wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mit einem Prozessregler der eingangs genannten Art gelöst, umfassend einen Ausgang, welcher zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung in Abhängigkeit eines Schweißprozesses oder eines Batterieladeprozesses vorbereitet ist.

Schließlich wird die Aufgabe der Erfindung durch eine Stromquelle der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher der Ausgang der Regelung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung mit dem ersten Wandler oder einer weiteren mit dem ersten Wandler verbundenen Regelung verbunden ist.

Erfindungsgemäß kann also die Zwischenkreisspannung an einen Schweißprozess oder einen Batterieladeprozess angepasst, das heißt variiert werden, d.h., dass aufgrund eines in kürze auftretenden Zustandes am Ausgang eine Anpassung der Zwischenkreisspannung erfolgt, um immer ausreichend Energie zur Verfügung zu stellen und ein Einbrechen der Zwischenkreisspannung zu vermeiden. Durch diesen Eingriff auf den ersten Wandler können die genannten Prozesse maßgeblich verbessert werden. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass das Leistungsteil als solches, das heißt die beiden Wandler, an sich unverändert bleiben können. Die Qualitätssteigerung wird dadurch erreicht, dass diese auf eine neuartige Weise angesteuert werden. Die Erfindung kann somit mit besonders geringem technischen Aufwand in die Praxis umgesetzt werden. Des weiteren ist auch die Nachrüstung bestehender Leistungsteile auf einfache Weise möglich.

Ein weiterer Aspekt ist auch, dass sich durch die Variation der Zwischenkreisspannung im Mittel eine Zwischenkreisspannung ergibt, die kleiner als deren Maximalwert ist. Luft & Kriechstromstrecken werden aber üblicherweise nicht auf den

Maximalwert der Zwischenkreisspannung ausgelegt, sondern auf deren Mittelwert. Auch sind manche Bauteile resistent gegen kurzfristige Spannungsspitzen beziehungsweise Spannungsüberhöhungen. Auf diese Weise ist es möglich, Stromquellen ohne die erwähnten Nachteile aufzubauen. Insbesondere kann das Übersetzungsverhältnis eines Transformators, welcher beispielsweise im zweiten Wandler vorhanden ist, hoch angesetzt werden was zu relativ geringen Primärströmen führt. Somit ist es bei höherer Leistungsfähigkeit der Stromquelle möglich, einerseits Bauteile mit vergleichsweise geringem Pinabstand beziehungsweise vergleichsweise geringer Spannungsresistenz zu verwenden, andererseits aber auch Bauteile mit vergleichsweise geringer Strombelastbarkeit. Diese scheinbar paradoxe Situation ergibt sich durch den im Mittel geringeren Wert einer variierenden Zwischenkreisspannung.

Außerdem entsteht durch die neuartige Reglerstruktur ein Dimensionierungsvorteil bei der Auslegung des ersten Wandlers. Das kurzzeitige Anheben der Zwischenkreisspannung liefert nur in diesem kurzen Zeitraum eine Ausgangskennlinie die hohe Ausgangsleistungen zulässt. In der Praxis wird im statischen Stromquellenbetrieb dieser Bereich der Ausgangskennlinie so gut wie nie genutzt, bzw. soll die Stromquelle für den Dauerbetrieb ja eigentlich nicht für diesen Bereich dimensioniert sein.

Die über einen größeren Zeitraum reduzierte Zwischenkreisspannung begrenzt die mögliche Ausgangsleistung der Stromquelle. So entsprechen z.B. 500A Ausgangsstrom bei einem 1:10 Trafo 50A Primärstrom. Stehen 700Vdc am Zwischenkreis zur Verfügung so können am Ausgang theoretisch $700\text{Vdc} \times 50 = 35 \text{ kW}$ abgegeben werden. Reduziert man die Zwischenkreisspannung z.B. auf 650V, so kann nur mehr eine Leistung von 32,5 kW abgegeben werden.

Die allermeisten Bauteile können kurzzeitig mit höheren Leistungen beaufschlagt werden. Somit kann z.B. eine Induktivität des Wandlers deutlich geringer dimensioniert werden.

Die Erfindung kann somit auch darin gesehen werden, zu erkennen, dass die Variation einer Zwischenkreisspannung zu Vorteilen führt, obwohl die Zwischenkreis-

spannung traditionell möglichst konstant gehalten wird, d.h. eine Gleichspannung im Zwischenkreis angestrebt wird. Trotz der Abkehr von diesem Prinzip kann die Spannung im Zwischenkreis natürlich wenigstens temporär konstant gehalten werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren.

Günstig ist es, wenn der Sollwert zu einem berechneten Zeitpunkt vor dem Ereignis vorgegeben wird und die Zwischenkreisspannung bis zum Zeitpunkt angepasst wird. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass bei Eintritt des Ereignisses eine ausreichende Leistung zur Verfügung steht und die Zwischenkreisspannung nur wenig oder überhaupt nicht einbricht.

Vorteilhaft ist es, wenn die Zwischenkreisspannung mit Hilfe des ersten Wandlers geregelt wird und ein Sollwert der Zwischenkreisspannung in Abhängigkeit einer zukünftigen Ausgangsspannung und/oder eines zukünftigen Ausgangsstroms vorgegeben wird. Bei dieser Variante folgt die Zwischenkreisspannung - anders als bei einer Steuerung derselben - besonders gut einem in Abhängigkeit der Ausgangsspannung und/oder des Ausgangsstroms vorgegeben Sollwert. Der Prozessregler „blickt“ zudem gleichsam in die Zukunft und bereitet die Spannung im Zwischenkreiskondensator auf zukünftige Anforderungen vor. Beispielsweise „weiß“ der Prozessregler, wann beim Impulsschweißen der nächste Impuls zu setzen ist, und kann daher entsprechend vorsorglich darauf reagieren, indem die Zwischenkreisspannung angehoben wird, um eine möglichst ideale Impulsform realisieren zu können. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Prozessregler auf eine Prozessdatenbank zugreift, um die entsprechenden Informationen zu erhalten („preselected control signal from process data base“). Natürlich kann zur unmittelbaren Beeinflussung der Zwischenkreisspannung auch direkt die Stellgröße des Reglers in Abhängigkeit eines Prozesses angepasst werden, um ein rasches Erhöhen der Zwischenkreisspannung zu bewirken.

Besonders vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang also, wenn ein Ausgangsstrom impulsförmig ist (insbesondere mit einem Gleichanteil) und die Zwischenkreisspannung vor einem Impuls angehoben wird. Auf diese Weise kann die Steilheit des Stromanstiegs vergrößert werden, sodass sich der Impuls besser an eine Idealform annähert. Besonders vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang, wenn die Zwischenkreisspannung vor einem Impuls so rechtzeitig angehoben wird (vorzugsweise 0 ms bis 5 ms vor dem Puls), dass sie zu Beginn des Stromimpulses ihren Maximalwert erreicht, sodass auch ein maximaler Stromanstieg erzielbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zwischenkreisspannung abgesenkt wird, wenn der impulsförmige Ausgangsstrom seinen oberen Sollwert erreicht hat. Auf diese Weise wird die Zwischenkreisspannung sofort wieder gesenkt, nachdem die Anhebung ihren Zweck erfüllt hat. Auf diese Weise kann der Mittelwert der Zwischenkreisspannung stark reduziert werden. Damit können geringer dimensionierte Bauelemente eingesetzt werden, wodurch die Herstellungskosten wesentlich gesenkt werden können.

Vorteilhaft ist es, wenn die Zwischenkreisspannung bei einem kürzeren Impuls stärker angehoben wird als bei einem längeren Impuls. Auf diese Weise kann der Effekt des Anhebens der Zwischenkreisspannung bei gleichbleibendem Mittelwert derselben optimal ausgenutzt werden. Beispielsweise kann die Zwischenkreisspannung bei einem Pulsdauerverhältnis von 30% doppelt so hoch angehoben werden wie bei einem Pulsdauerverhältnis von 60%.

Vorteilhaft ist es auch, wenn rechtzeitig vor einem Impuls dahingehend in den Sollwert der Zwischenkreisspannung bzw. direkt in die Stellgröße des Reglers des ersten Wandlers eingegriffen wird, dass die Zwischenkreisspannung nicht so stark bzw. überhaupt nicht einbricht. Die Zwischenkreisspannung kann also deutlich konstanter gehalten werden als das nur mit dem normalen Reglerparametern möglich wäre, da auch hier schon vor Auftreten eines Ereignisses im Prozess darauf reagiert werden kann. Analog gilt diese Überlegung auch z.B. bei einem Pulsende, bei dem schon vorher oder genau zum Pulsende ein Überspringen der Zwischenkreisspannung reduziert oder verhindert werden kann.

Vorteilhaft ist es weiters, insbesondere bei einer Schweißstromquelle, wenn nach Detektieren eines Startvorganges die Zwischenkreisspannung in einer ausreichend großen Zeit vor dem Beginn des Fließens des Ausgangsstromes angehoben wird. Dadurch steht beim Prozessstart mehr Ausgangsleistung zur Verfügung bzw. wird der Ausgangsstromanstieg beschleunigt.

Vorteilhaft ist es zudem, wenn die Zwischenkreisspannung im Leerlauf der Stromquelle abgesenkt wird. Diese Variante bietet Vorteile, da manche Schweißstromquellen bzw. Batterieladegeräte einen großen Teil der Lebensdauer im Leerlauf betrieben werden. Auf diese Weise wird die dauerhafte Bauteilbelastung mancher Bauteile (z.B. Zwischenkreiskondensatoren) reduziert und deren Lebensdauer erhöht.

Weiters ist es vorteilhaft, insbesondere bei einem Batterieladegerät, wenn die Zwischenkreisspannung bei einem Prozess, der eine variable Ausgangsspannung in Abhängigkeit des Prozesses benötigt, in Abhängigkeit der Ausgangsspannungshöhe erhöht oder erniedrigt wird. Dadurch kann der zweite Wandler ständig in einem optimalen Arbeitspunkt betrieben werden, z.B. können Schaltverluste in diesem Wandler über den gesamten Ausgangsspannungsbereich maximal reduziert werden.

Günstig ist es, wenn der erste Wandler einen passiven Gleichrichter sowie einen damit verbundenen Spannungsteller umfasst. Auf diese Weise kann die Zwischenkreisspannung gut eingestellt werden. Des Weiteren stellen der passive Gleichrichter sowie der Spannungsteller erprobte Mittel dar, weswegen die Erfindung mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand in die Praxis umgesetzt werden kann und gleichzeitig zuverlässig ist.

Günstig ist es auch, wenn der erste Wandler einen gesteuerten Gleichrichter umfasst. Dies ist ein weiteres erprobtes Mittel zur Einstellung einer Zwischenkreisspannung.

Günstig ist es zudem, wenn der zweite Wandler einen Wechselrichter, einen damit verbundenen Transformator und einen damit verbundenen Gleichrichter umfasst.

Auf diese Weise kann die Zwischenkreisspannung gut in eine gewünschte Ausgangsspannung gewandelt werden. Des Weiteren stellen der Wechselrichter, der Transformator sowie der Gleichrichter erprobte Mittel dar, weswegen die Erfindung mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand in die Praxis umgesetzt werden kann und gleichzeitig zuverlässig ist.

Vorteilhaft ist es schließlich, wenn die Strom- bzw. Spannungsquelle als Schweißstromquelle oder Batterieladegerät ausgebildet ist. Häufig werden bei diesen Geräten nämlich impulsförmige Stromverläufe benötigt, welche sich mit Hilfe der Erfindung besonders gut realisieren lassen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- Fig. 1 eine erste schematisch dargestellte Variante einer Stromquelle mit zwei getrennten Regelkreisen für die Zwischenkreisspannung und die Ausgangsspannung beziehungsweise den Ausgangsstrom;
- Fig. 2 eine zweite schematisch dargestellte Variante einer Stromquelle mit einem gemeinsamen Regelkreis für die Zwischenkreisspannung und die Ausgangsspannung beziehungsweise den Ausgangsstrom;
- Fig. 3 ein Beispiel für den ersten Wandler mit einem passiven Gleichrichter sowie einen damit verbundenen Spannungsteller;
- Fig. 4 ein weiteres Beispiel für den ersten Wandler mit einem gesteuerten Gleichrichter;
- Fig. 5 ein Beispiel für den zweiten Wandler mit einem Wechselrichter, einem Transformator und einem Gleichrichter;
- Fig. 6 ein beispielhaftes Strom-Zeit-Diagramm mehrerer impulsförmiger Verläufe des Ausgangsstroms;

- Fig. 7 ein beispielhaftes kombiniertes Diagramm für die zeitlichen Verläufe von Ausgangsstrom, Zwischenkreisspannung und Zwischenkreisleistung;
- Fig. 8 ein Beispiel, wie die vorgestellte Regelung mit Hilfe einer sägezahnförmigen Hilfsspannung angesteuert wird;
- Fig. 9 den zeitlichen Verlauf der Zwischenkreisspannung, welche trotz Stromimpuls am Ausgang im Wesentlichen konstant bleibt;
- Fig. 10 den Verlauf der Zwischenkreisspannung und des Ausgangsstroms bei einem Startvorgang einer Schweißung und
- Fig. 11 den Verlauf ausgewählter Kenngrößen bei einem Batterieladevorgang.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindnerische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Fig. 1 zeigt eine Stromquelle, umfassend einen ersten Wandler 1 zum Umwandeln einer Eingangsspannung U_E in eine Zwischenkreisspannung U_{ZK} , einen Zwischenkreiskondensator 2 sowie einen zweiten Wandler 3 zum Wandeln der Zwischenkreisspannung U_{ZK} in eine Ausgangsspannung U_A . Weiterhin zeigt Fig. 1 eine Regelung 4, umfassend zwei Eingänge für die Ausgangsspannung U_A und den Ausgangsstrom I_A einen Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers 3 sowie Mittel zur Ausführung eines Regelalgorithmus, bei dem die die Ausgangsspannung U_A und der Ausgangsstrom I_A als Regelgröße und der zweite Wandler 3 als Stell-

glied eines Regelkreises vorgesehen sind. Denkbar wäre auch, dass die Regelung 4 nur einen Eingang für die Ausgangsspannung U_A oder den Ausgangsstrom I_A umfasst und der Regelalgorithmus dementsprechend für die Regelung der Ausgangsspannung U_A oder des Ausgangsstroms I_A ausgelegt ist. Weiterhin umfasst die Regelung 4 einen Ausgang, welcher zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} mit Hilfe des ersten Wandlers 1 in Abhängigkeit eines Schweißprozesses oder Batterieladeprozesses vorbereitet ist. Konkret wird von der Regelung 4 ein Sollwert für die Zwischenkreisspannung U_{ZK} an die Regelung 5 übermittelt, welche ihrerseits die Zwischenkreisspannung U_{ZK} mit Hilfe des ersten Wandlers 1 regelt.

Im vorliegenden Fall sind für die Messung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} und der Ausgangsspannung U_A Spannungsmessgeräte V vorgesehen, welche von beliebiger Bauart sein können. Beispielsweise können dafür Analog-Digital-Wandler eingesetzt werden, welche den gemessenen Spannungswert digital an die Regelung 4, 5 übermitteln. Häufig wird eine Regelung 4, 5 auch durch einen Mikrocontroller gebildet, welche oft standardmäßig über Eingänge zur Spannungsmessung verfügen.

Weiterhin ist für die Messung des Ausgangsstroms I_A ein Strommessgerät A vorgesehen, welches ebenfalls von beliebiger Bauart sein kann. Die Strommessung kann beispielsweise mithilfe einer Spannungsmessung an einem Strommesswiderstand (engl.: „Shunt“) durchgeführt werden. Die Spannungsmessung als solche kann wiederum wie bereits zuvor beschrieben erfolgen.

Generell kann die Regelung 4 und 5 als digitaler Prozessregler implementiert sein. Dieser kann dabei sowohl in Hardware oder in Software aufgebaut sein. Wird die Regelung 4 und/oder 5 in Software implementiert, dann führen die Programmschritte zur Laufzeit des Programms den Regelalgorithmus aus. Zur Speicherung des Programms kann der Mikrocontroller auch einen integrierten Speicher umfassen. Beide Regelungen 4 und 5 können natürlich auch in ein und derselben Schaltung, in ein und demselben Mikrocontroller sowie in ein und demselben Programm

integriert sein. In diesem Fall ist die dargestellte Begrenzung der Regelungs-Blöcke 4 und 5 eher funktional als physikalisch zu verstehen.

Im vorliegenden Beispiel wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK} und die Ausgangsspannung U_A und/oder der Ausgangsstrom I_A in getrennten Regelkreisen geregelt. Die Regelung 4 gibt lediglich einen Sollwert für die Zwischenkreisspannung U_{ZK} an die Regelung 5 weiter. Dies ist jedoch keinesfalls zwingend wie Fig. 2 zeigt.

In Fig. 2 ist eine Anordnung dargestellt, welche der in Fig. 1 dargestellten Anordnung sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu ist im digitalen Prozessregler aber nur mehr eine Regelung 4 enthalten, welche sowohl die die Zwischenkreisspannung U_{ZK} als auch die Ausgangsspannung U_A beziehungsweise den Ausgangsstrom I_A regelt. Hierfür können entsprechende mehrdimensionale Regler eingesetzt werden.

Fig. 3 zeigt eine konkrete Ausführungsform des ersten Wandlers 1, welcher einen passiven Gleichrichter 6 sowie einen damit verbundenen Spannungsteller 7 umfasst. Der Gleichrichter 6 wird dabei über einen Drehstromanschluss L1..L3 versorgt und erzeugt daraus eine Gleichspannung, die vom Spannungsteller 7 hochgesetzt wird. Prinzipiell könnte aber auch ein Spannungsteller 7 eingesetzt werden, welcher die Spannung tiefsetzt. Der Kondensator 3 ist hier strichliert gezeichnet, da er in den Figuren 1 und 2 eigentlich nicht vom ersten Wandler 1 umfasst ist, dessen Darstellung jedoch zum Verständnis des Spannungstellers 7 vorteilhaft ist.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des ersten Wandlers 1, welcher einen gesteuerten Gleichrichter 9 umfasst. Bei dieser Variante werden die Schalter 9 des Gleichrichters, welche beispielsweise durch IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistor) oder durch MOSFETs (Metall Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) gebildet sein können, so angesteuert, dass die Spannung einerseits gleichgerichtet wird, wegen der Induktivitäten 8 und des Zwischenkreiskondensators 3 aber auch der Höhe nach eingestellt werden kann. Die Induktivitäten können dabei vom ersten Wandler 1 umfasst, aber auch Teil des Stromnetzes sein, an welches die Stromquelle angeschlossen ist.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform des zweiten Wandlers 3, welcher einen Wechselrichter 10, einen damit verbundenen Transformator 11 und einen damit verbundenen Gleichrichter 12 umfasst. Die Zwischenkreisspannung U_{ZK} kann auf diese Weise in eine Ausgangsspannung U_A gewandelt werden, wobei der Ausgang vom Zwischenkreis galvanisch getrennt ist. Die nicht näher bezeichnete Induktivität am Ausgang kann Teil des zweiten Wandlers 3, aber auch Teil des mit dem zweiten Wandler 3 versorgten Geräts (nicht dargestellt) sein.

In Fig. 6 ist ein Strom-Zeit-Diagramm I über t dargestellt. Anhand eines impulsförmigen Verlaufs des Stroms I (hier mit einem Gleichanteil) wird gezeigt, welche Auswirkungen die Beeinflussung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} hat. Durch Anheben der Zwischenkreisspannung U_{ZK} kommt es zu einer besseren Annäherung des Stromverlaufs I_{A1} (mit dicker Linie dargestellt) an den idealen impulsförmigen Verlauf I_{A2} (mit dünner Linie dargestellt). Die ideale Impulsform I_{A2} wird also auf diese Weise besser angenähert, als bei einem Stromverlauf I_{A3} (strichlierte Linie) ohne Anhebung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} . Vor allem wird der obere Wert des Stromimpulses beim Verlauf I_{A1} schneller erreicht als beim Verlauf I_{A3} .

Darauf aufbauend kann nun der Prozessregler 4, 5 entsprechend vor einem bevorstehenden Ereignis reagieren, da dem Prozessregler 4, 5 der Zeitpunkt unmittelbar bevorstehender Ereignisse wie ein Startvorgang, Schweißimpulsanfang, Schweißimpulsende, Kurzschlusslösung, usw. bekannt ist. Ist also für das bevorstehende Ereignis ein erhöhter Ausgangsstrom I_A erforderlich, erhöht der Prozessregler 4, 5 entsprechend rechtzeitig – im Wesentlichen gemäß dem Stromverlauf I_{A1} – vor dem Ereignis den erforderlichen Parameter bzw. dessen Wert (beispielsweise den Sollwert für die Zwischenkreisspannung U_{ZK}), sodass bei Eintritt des Ereignisses der erforderliche Ausgangsstrom I_A zur Verfügung steht, also ausreichend Energie im Zwischenkreis gespeichert ist. Dies wird entsprechend mit einem schnellen Stromanstieg erreicht, welcher wiederum durch das Eingreifen des Prozessreglers 4, 5 vor dem Ereignis gewährleistet ist.

Grundsätzlich erfolgt die Änderung bzw. Regelung oder Überwachung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} im eigenständigen Regelkreis des Wandlers 5. Für be-

vorstehende Änderungen wird allerdings dem Wandler 5 eine Änderung eines Parameters vom Wandler 4 (Prozeßregler) vorgegeben, da die Regelung 5 nicht über die Ereignisse am Ausgang der Stromquelle Kenntnis hat, wodurch die Regelung 4 eingreift. Beispielsweise wird als Parameter die Zwischenkreisspannung U_{ZK} bzw. deren Sollwert, ein Schaltzeitpunkt des Wandlers 5, eine Pulsbreite, ein Spitzenstrom für den zumindest einen Schalter des Wandlers 5 und/oder ähnliche Parameter vorgegeben. Somit wird erreicht, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} sehr schnell und effektiv geändert wird, da diese Parameter einen direkten Einfluss auf die Zwischenkreisspannung U_{ZK} haben. Das heißt, dass aufgrund der Wahl des vorzugebenden bzw. zu verändernden Parameters die Zeit für die Regelung auf ein Minimum reduziert wird, da keine Zwischenschritte für die Regelung erforderlich sind.

Somit ist zum Zeitpunkt des Ereignisses die Zwischenkreisspannung U_{ZK} rechtzeitig erhöht bzw. angepasst, sodass ein schnelle Stromanstieg ausgangsseitig möglich ist, ohne dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} im Wesentlichen unter den eingestellten Schwellwert sinkt, d.h., dass durch das Erhöhen der Zwischenkreisspannung U_{ZK} bei Lieferung einer hohen Ausgangsenergie ein Einbruch dieser unter einen definierten Schwellwert vermieden wird. Aufgrund des Ereignisses wird der Zwischenkreis entsprechend belastet und somit sinkt auch die Zwischenkreisspannung U_{ZK} im Wesentlichen wieder ab, wobei die Erhöhung immer derart erfolgt, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} trotz dieses Absinkens nicht unter einen definierten Schwellwert sinkt. Auf diesen Schwellwert sind auch die Bauteile dimensioniert, wobei die kurzfristigen Änderungen im Wesentlichen keinen Einfluss auf den Mittelwert der Zwischenkreisspannung U_{ZK} haben und somit die Bauteile dadurch nicht überlastet werden.

Die Zeitpunkte und Zeitdauern vor dem Ereignis sind aus den Fig. 8, 9 und 10 ersichtlich. Hierbei handelt es sich um einen Stromimpuls, ein Überschwingverhalten und einen Startvorgang beim Schweißen.

Bevorzugt erfolgt die Anpassung des Sollwerts bis zu 10ms vor Eintritt des Ereignisses. Entsprechend wird die Zeitdauer bis zum Zeitpunkt vom Prozessregler 4, 5

berechnet bzw. ermittelt. Die Zeitdauer ist im Wesentlichen von der erforderlichen Ladezeit für den Kondensator 2 des Zwischenkreises abhängig. Dies erfolgt beispielsweise durch Zugriff auf eine Datenbank, in welcher zu jedem Ereignis die erforderlichen Zeitdauern in Abhängigkeit von Ausgangsspannung U_A und Ausgangsstrom I_A hinterlegt sind, oder durch direkte Berechnung vor jedem Ereignis.

Bei einem Schweißprozess oder einem Batterieladeprozess wird der Ausgangsstrom I_A entsprechend einer voreingestellten Kennlinie geregelt. Eine derartige Kennlinie wird dabei aus einer Vielzahl von Parametern gebildet, welche entsprechend während des Prozesses kontinuierlich überwacht und geregelt werden. Anhand dieser Parameter stellt der Prozessregler 4, 5 entsprechend den Zeitpunkt des bevorstehenden Ereignisses fest.

In Fig. 7 ist nun ein kombiniertes Diagramm Strom I über Zeit t , Spannung U über Zeit t sowie Leistung P über Zeit t dargestellt. Anhand eines impulsförmigen Verlaufs des Stroms I_{A1} (hier ohne Gleichanteil) wird gezeigt, wie die Zwischenkreisspannung U_{ZK} beeinflusst wird. Konkret wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} (strichlierte Linie) vor dem Stromimpuls I_{A1} angehoben. In diesem Beispiel geschieht dies so rechtzeitig, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} ihren oberen Sollwert bei Beginn des Impulses erreicht hat. Auf diese Weise kann der Stromanstieg im Vergleich zu einem Impuls ohne Anhebung der Zwischenkreisspannung U_{ZK1} merklich erhöht werden. Auf diese Weise kann der Prozessregler zukünftige Ereignisse in einem Schweißprozess oder einem Batterieladeprozess berücksichtigen. Hat der Stromimpuls I_{A1} seinen oberen Sollwert erreicht, so wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} wieder auf ihr ursprüngliches Niveau gesenkt. Die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} hat somit auf den Stromanstieg dieselbe Wirkung wie eine Zwischenkreisspannung U_{ZK2} (dünne Linie), die ständig auf hohem Niveau gehalten wird, weist jedoch einen niedrigeren Mittelwert auf als diese. Zusätzlich ist in Fig. 7 noch der Verlauf der Leistung P_{ZK1} (strichpunktierte Linie) bezogen auf die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} sowie der Verlauf der Leistung P_{ZK2} (dünne Linie) bezogen auf die Zwischenkreisspannung U_{ZK2} dargestellt.

Impulsförmige Stromverläufe werden insbesondere beim Impulsschweißen oder Batterieladen benötigt, weswegen es besonders vorteilhaft ist, wenn die Stromquelle als Schweißstromquelle oder Batterieladegerät ausgebildet ist. Durch die im Mittel geringere Zwischenkreisspannung U_{ZK1} können Kriechstromstrecken kürzer ausgebildet werden als bei konstant hoher Zwischenkreisspannung U_{ZK2} . Damit können Bauteile mit vergleichsweise geringem Pinabstand beziehungsweise geringerer Spannungsresistenz verwendet werden, welche leicht verfügbar und in der Regel kostengünstiger sind.

Außerdem sind viele Bauteile in der Lage, kurzzeitig größere Verlustleistungen auszuhalten als im Dauerbetrieb. Wie in Figur 7 ersichtlich wird, ist es mit einer Zwischenkreisspannung U_{ZK2} dauerhaft möglich eine Leistung P_{ZK2} aus der Stromquelle zu beziehen. Mit einer Zwischenkreisspannung U_{ZK1} erreicht man dynamisch ein Stromquellenverhalten dass gleich ist dem einer Stromquelle mit U_{ZK2} , allerdings können für den statischen Betrieb Bauteile vorteilhafter dimensioniert werden. Beispielsweise können Induktivitäten des Wandlers 1 im Querschnitten der Wicklung reduziert werden, usw.

Vorteilhaft ist es im Zusammenhang mit den in Fig. 6 und 7 gezeigten Verläufen, wenn die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} bei einem kürzeren Impuls stärker angehoben wird als bei einem längeren Impuls. Auf diese Weise kann der Effekt des Anhebens der Zwischenkreisspannung U_{ZK1} bei gleichbleibendem Mittelwert derselben optimal ausgenutzt werden. Beispielsweise kann die Zwischenkreisspannung bei einem Pulsdauerverhältnis von 30% doppelt so hoch angehoben werden wie bei einem Pulsdauerverhältnis von 60%. Die erwähnte Vorgangsweise ist insbesondere dann günstig, wenn die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} nicht wie in Fig. 7 dargestellt gleich gesenkt wird, wenn der Stromimpuls I_{A1} seinen oberen Sollwert erreicht hat, sondern erst am Ende des Stromimpuls I_{A1} .

Zudem ist es möglich, die Zwischenkreisspannung U_{ZK1} an einen variierenden Ausgangsstrom I_A , I_{A1} und eine gleichzeitig variierende Ausgangsspannung U_A anzupassen. Insbesondere können der Ausgangsstrom I_A , I_{A1} und die Ausgangs-

spannung U_A impulsförmig sein. In den Figuren 8 bis 11 sind weitere illustrative Beispiele dazu gezeigt.

Fig. 8 zeigt ein Beispiel, wie die vorgestellte Regelung 4, 5 konkret angesteuert werden könnte. In den Diagrammen ist dazu eine sägezahnförmige Hilfsspannung U_H , der Ausgangsstrom I_A , die Zwischenkreisspannung U_{ZK} , sowie eine Stellgröße SG des Prozessreglers 4, 5 dargestellt. Mittels der Hilfsspannung U_H und verschiedener Spannungsschwellwerte $U_{TH1}..U_{TH3}$ kann auf einfache Weise ein zeitlicher Ablauf für den Ausgangsstrom I_A , die Zwischenkreisspannung U_{ZK} , sowie die Stellgröße SG des Prozessreglers 4, 5 festgelegt werden. Beispielsweise kann dies mit Hilfe von Komparatoren erfolgen, an deren ersten Eingang der betreffende Schwellwert $U_{TH1}..U_{TH3}$ und an deren zweiten Eingang die Hilfsspannung U_H angelegt wird. Selbstverständlich können die betreffenden Zeitpunkte auch anders erzeugt werden, beispielsweise mit Hilfe von digitalen Timern.

Nach der fallenden Flanke der Hilfsspannung U_H beginnt im dargestellten Beispiel der Impuls des Ausgangsstroms I_A , dessen Länge t_{Puls} mit Hilfe des dritten Schwellwertes U_{TH3} eingestellt werden kann. Mit Hilfe des ersten Schwellwertes U_{TH1} kann die Zeitspanne t_{pre} eingestellt werden, um welche die Zwischenkreisspannung U_{ZK} vor Beginn des Stromimpulses angehoben wird. Die Zeitspanne t_{pre} liegt vorteilhaft im Bereich von 0 ms bis 5 ms. Mit Hilfe des zweiten Schwellwertes U_{TH2} wird die Zeitspanne t_{post} eingestellt, nach welcher der Prozessregler 4, 5 vom Zustand „Zwischenkreisspannung anheben“ wieder in den Normalbetrieb übergeht. In der Fig. 8 ist darüber hinaus gut zu sehen, dass die Stellgröße SG bei Pulsbeginn zudem etwas zurückgenommen wird, sodass es zu keinem Überspringen des Impulses kommt.

Fig. 9 zeigt einen zeitlichen Verlauf des Ausgangsstroms I_A , der Zwischenkreisspannung U_{ZK} sowie der Stellgröße SG . Vorteilhaft wird in diesem Beispiel so rechtzeitig vor einem Impuls dahingehend in den Sollwert der Zwischenkreisspannung U_{ZK} bzw. direkt in die Stellgröße SG des Reglers 4, 5 des ersten Wandlers 1 eingegriffen wird, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} nicht so stark bzw. überhaupt nicht einbricht. Die Zwischenkreisspannung U_{ZK} kann durch Vorsehen einer

geeigneten Zeitspanne t_{pre} also deutlich konstanter gehalten werden als dies ohne diese „vorausschauende“ Handlungsweise möglich wäre. In der Fig. 9 ist weiterhin gut zu sehen, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} nur wenig überschwingt.

Analoge Überlegungen gelten natürlich auch z.B. bei einem Pulsende. Durch entsprechend frühes Zurücknehmen der Stellgröße SG kann ein Überschwingen der Zwischenkreisspannung U_{ZK} reduziert oder sogar verhindert werden, sodass diese (nahezu) konstant bleibt kann. In dem in Fig. 9 dargestellten Beispiel wird die Stellgröße SG beim Pulsende zurückgenommen, möglich ist natürlich auch sie etwas vor dem Pulsende zurückzunehmen.

Fig. 10 zeigt nun einen Verlauf der Zwischenkreisspannung U_{ZK} und des Ausgangsstroms I_A bei einem Startvorgang einer Schweißung. Vorteilhaft kann die Zwischenkreisspannung U_{ZK} auch in so einem Fall vor dem Ausgangsstroms I_A , welcher hier zum Zeitpunkt t_{Start} zu fließen beginnt, angehoben werden. Wie aus der Figur 10 ersichtlich ist, steigt der Ausgangsstrom I_A sehr rasch bis zum Zeitpunkt t_{Iout_1} an. Zum Zeitpunkt t_{Iout_2} wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK} wieder zurückgenommen und ab dem Zeitpunkt t_{Iout_3} sinkt der Ausgangsstrom I_A auf einen (quasi) stationären Wert. Durch die beschriebene Vorgangsweise steht beim Prozessstart mehr Ausgangsleistung zur Verfügung, bzw. wird die Steilheit des Anstiegs des Ausgangsstroms I_A deutlich erhöht.

Fig. 11 zeigt schließlich einen beispielhaften Zeitverlauf des Ausgangsstroms I_A , der Ausgangsspannung U_A sowie der Zwischenkreisspannung U_{ZK} bei einem Ladevorgang einer Batterie. Hierbei wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK} - wie aus der Fig. 11 ersichtlich ist - vorteilhaft in Abhängigkeit der Ausgangsspannung U_A verändert. Dadurch kann der zweite Wandler 3 beim Batterieladevorgang oder auch bei anderen Prozessen, die eine variable Ausgangsspannung in Abhängigkeit des Prozesses benötigen, laufend in einem optimalen Arbeitspunkt betrieben werden. So können beispielsweise Schaltverluste im zweiten Wandler 3 über den gesamten Ausgangsspannungsbereich gering gehalten werden.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen Regelung 4, 5 (eines Prozessreglers) beziehungsweise einer er-

findungsgemäßen Stromquelle, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der der Regelung 4, 5 und der Stromquelle dieser bzw. dieser in den Figuren schematisch dargestellt ist und in der Realität daher mehr Bauteile als dargestellt, weniger Bauteile als dargestellt oder auch andere Bauteile umfassen kann.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Stromquelle mit einem ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in eine Ausgangsspannung (U_A), wobei am Ausgang des zweiten Wandlers (3) ein Prozess geregelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
von einem digitalen Prozessregler zumindest ein Parameter und/oder dessen Wert zur Regelung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) für den ersten Wandler (1) in Abhängigkeit eines Ereignisses am Ausgang vorgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert zu einem berechneten Zeitpunkt vor dem Ereignis vorgegeben wird und die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) bis zum Zeitpunkt angepasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Parameter die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) bzw. deren Sollwert, ein Schaltzeitpunkt des Wandlers (5), eine Pulsbreite, ein Spitzenstrom für den zumindest einen Schalter des Wandlers (5), usw. vorgegeben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) mit Hilfe des ersten Wandlers (1) geregelt wird und ein Sollwert der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in Abhängigkeit einer zukünftigen Ausgangsspannung (U_A) und/oder eines zukünftigen Ausgangsstroms (I_A , I_{A1}) vorgegeben wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) impulsförmig ist und die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) vor einem Impuls angehoben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) abgesenkt wird, wenn der impulsförmige Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) seinen oberen Sollwert erreicht hat.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) bei einem kürzeren Impuls stärker angehoben wird als bei einem längeren Impuls.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) im Leerlauf der Stromquelle abgesenkt wird.
9. Digitaler Prozessregler (4, 5) für eine Stromquelle mit einem ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung (U_A), umfassend
 - einen Eingang für die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}),
 - einen Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers (3) sowie
 - Mittel zur Ausführung eines Regelalgorithmus, bei dem die die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) als Regelgröße und der zweite Wandler (3) als Stellglied eines Regelkreises vorgesehen sind, gekennzeichnet durch einen Ausgang, welcher zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in Abhängigkeit eines Schweissprozesses oder eines Batterieladeprozesses vorbereitet ist.
10. Stromquelle, umfassend einen ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in eine Ausgangsspannung (U_A) und eine Re-

gelung (4) nach Anspruch 7, deren Eingang für die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) mit dem Ausgang der Stromquelle und deren Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers (3) mit dem zweiten Wandler (3) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der Regelung (4) zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) mit dem ersten Wandler (1) oder einer weiteren mit dem ersten Wandler (1) verbundenen Regelung (5) verbunden ist.

11. Stromquelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wandler (1) einen passiven Gleichrichter (6) sowie einen damit verbundenen Spannungsteller (7) umfasst.

12. Stromquelle nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wandler (1) einen gesteuerten Gleichrichter (9) umfasst.

13. Stromquelle nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Wandler (3) einen Wechselrichter (10), einen damit verbundenen Transformator (11) und einen damit verbundenen Gleichrichter (12) umfasst.

14. Stromquelle nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese als Schweißstromquelle oder Batterieladegerät ausgebildet ist.

FRONIUS INTERNATIONAL GmbH

durch


Anwälte Burger & Partner
Rechtsanwalt GmbH

005 128

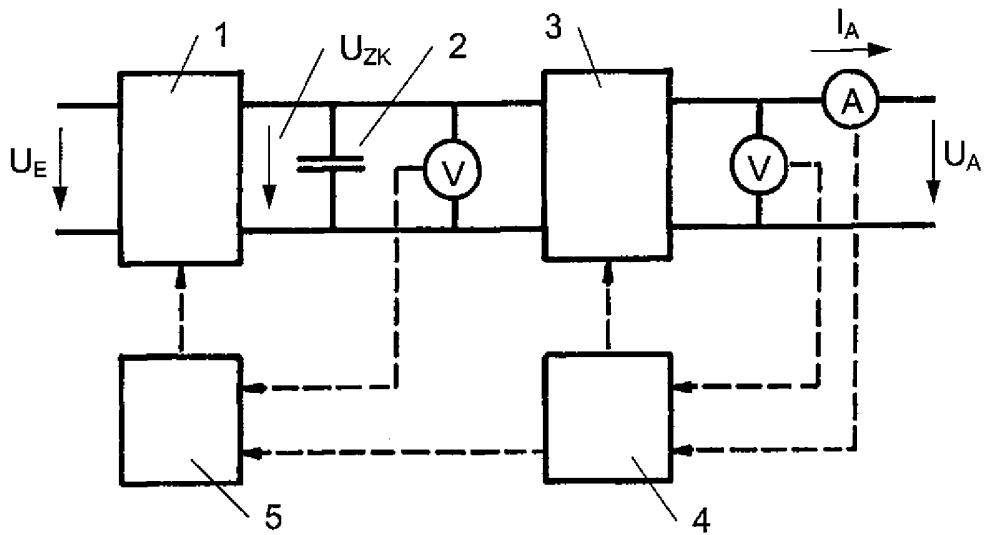


Fig. 1

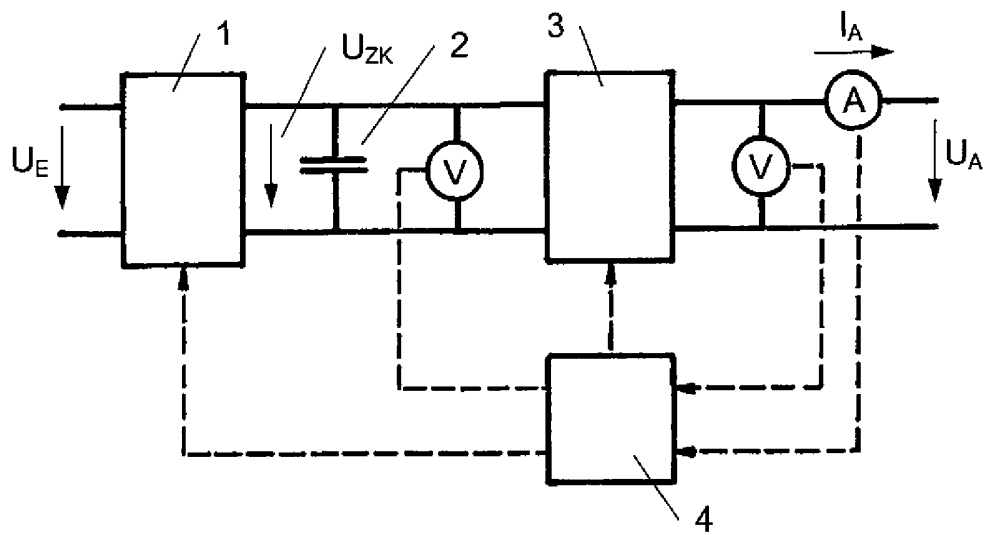


Fig. 2

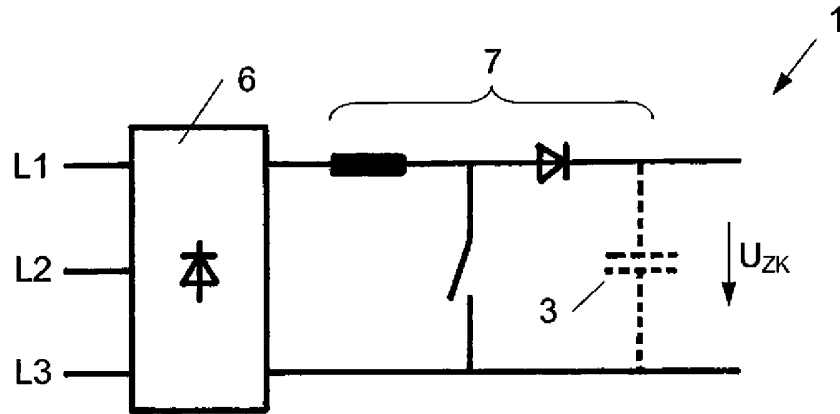


Fig. 3

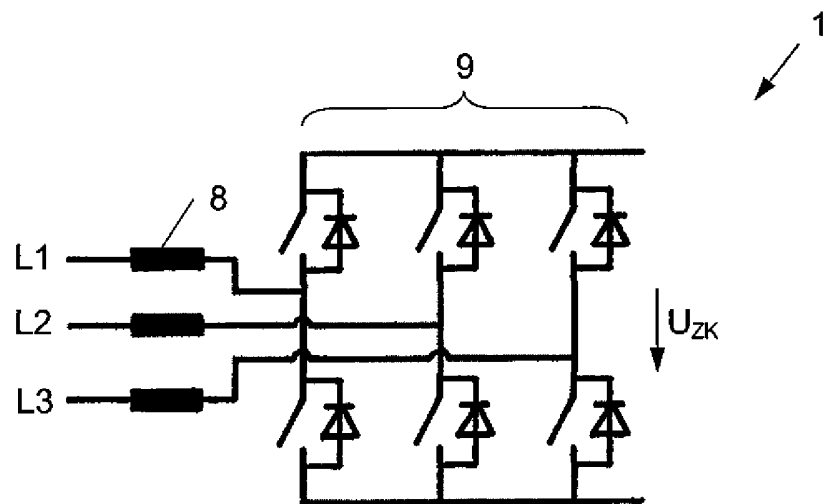


Fig. 4

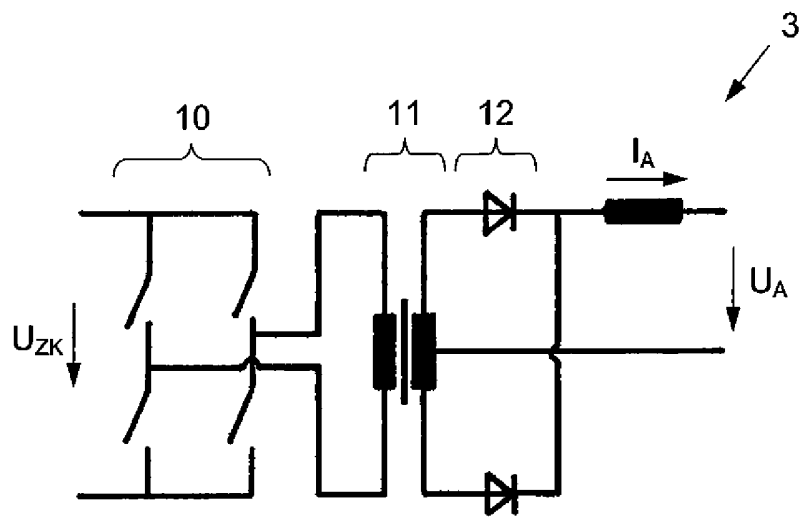


Fig. 5

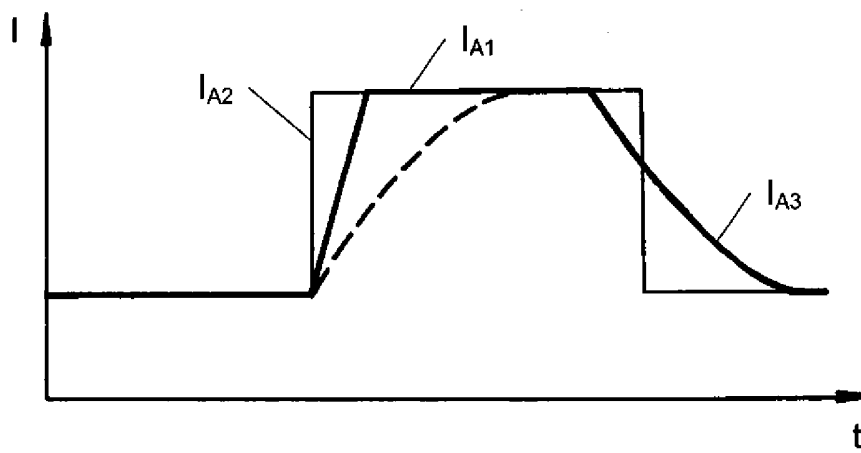
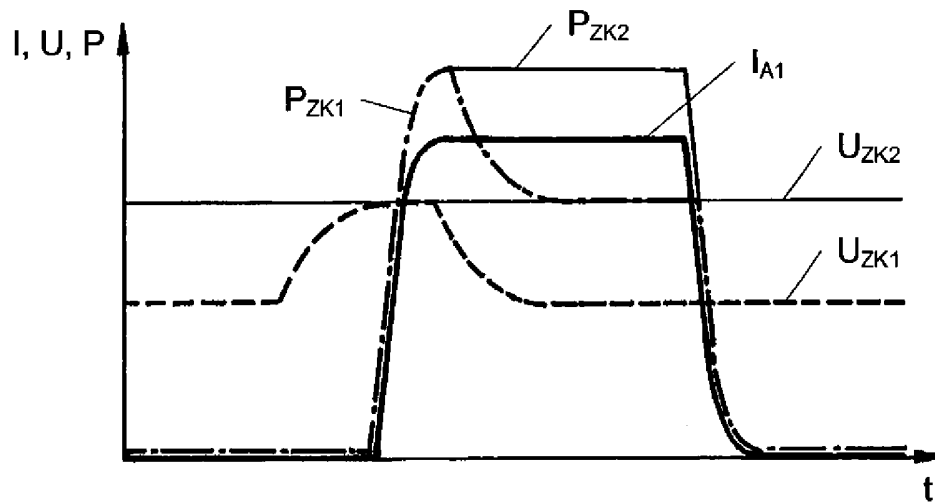
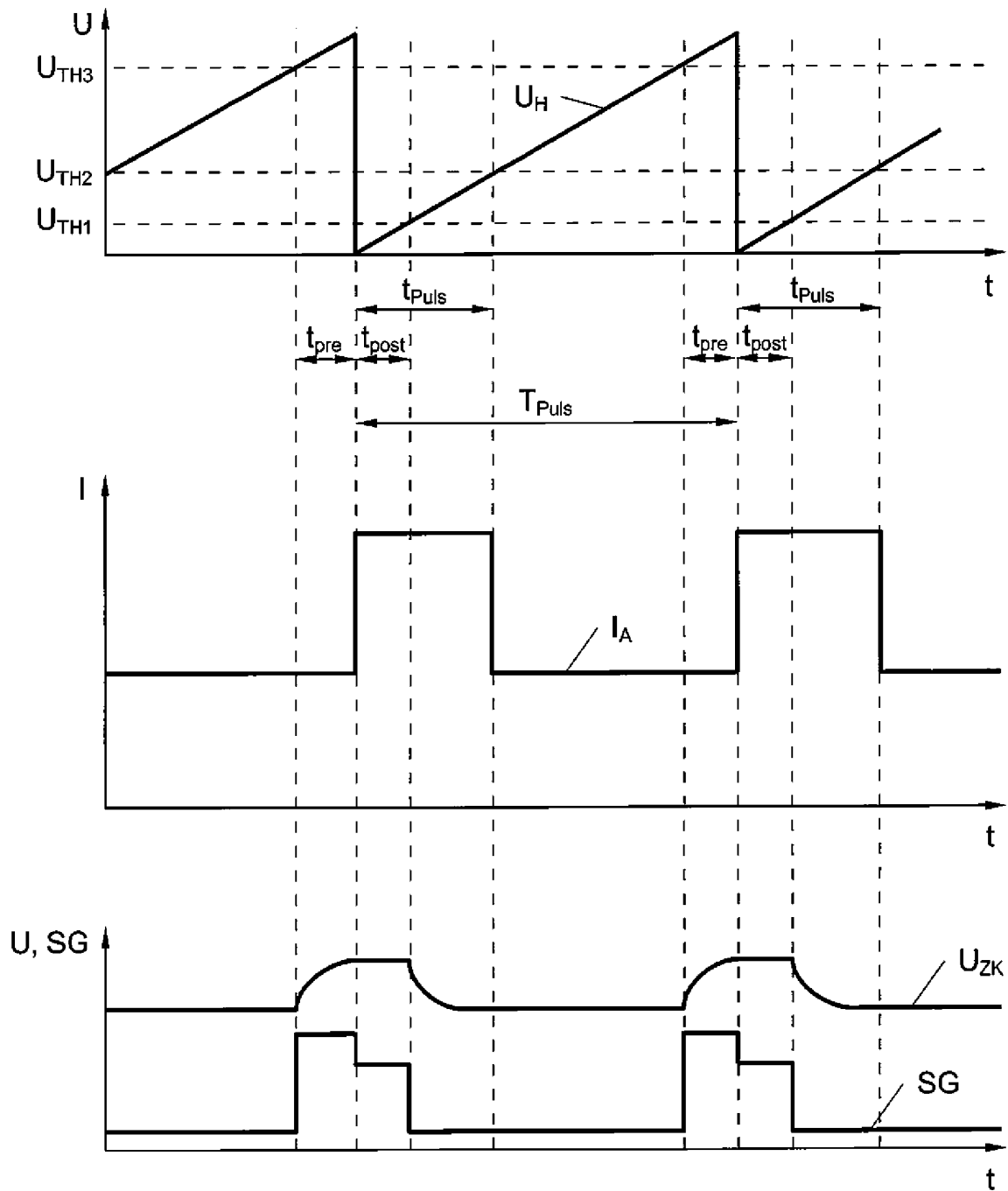


Fig. 6

**Fig. 7**

**Fig. 8**

005 128

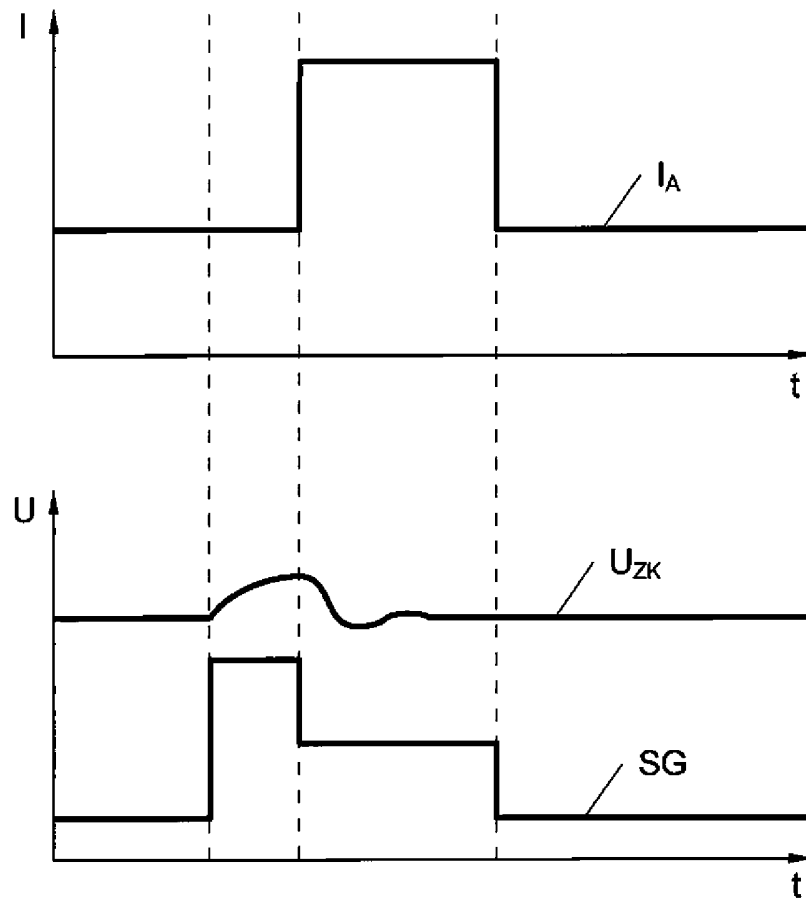


Fig. 9

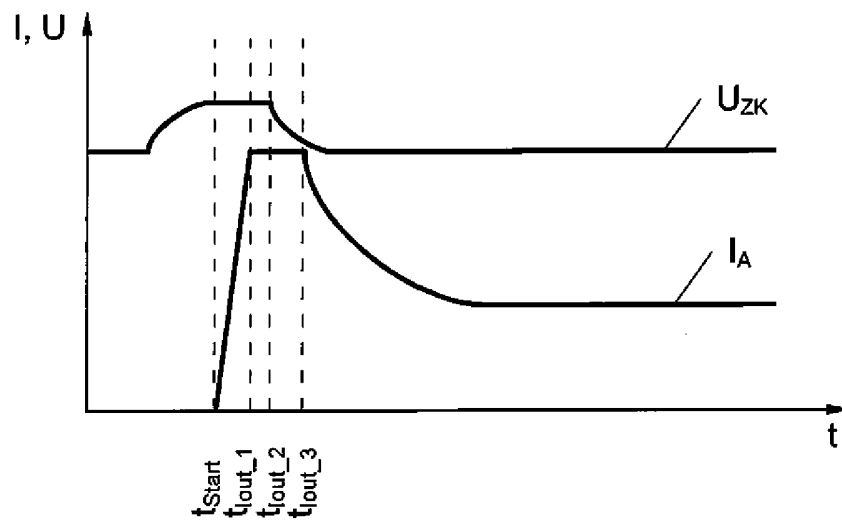


Fig. 10

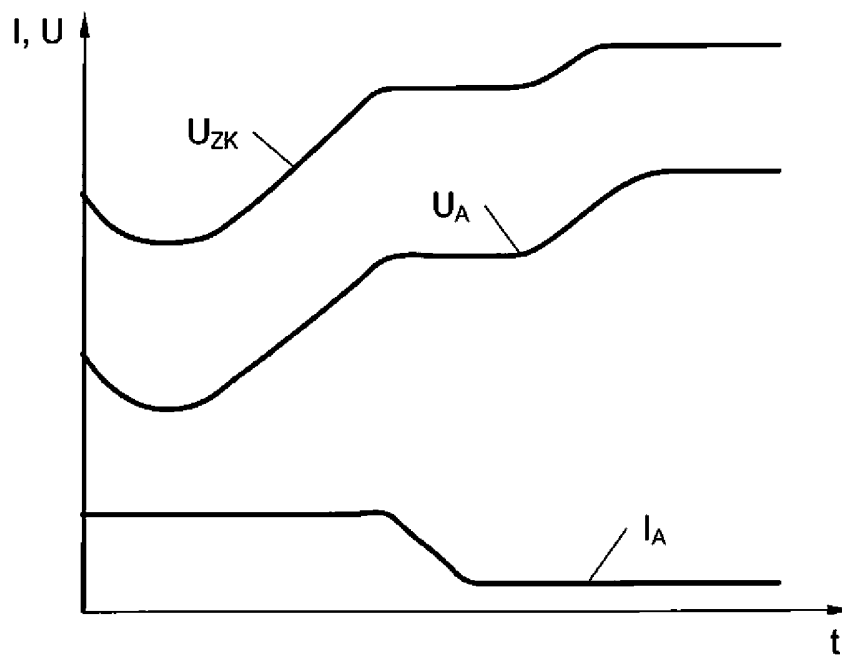


Fig. 11

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) impulsförmig ist und die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) vor einem Impuls angehoben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) abgesenkt wird, wenn der impulsförmige Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) seinen oberen Sollwert erreicht hat.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) bei einem kürzeren Impuls stärker angehoben wird als bei einem längeren Impuls.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) im Leerlauf der Stromquelle abgesenkt wird.
9. Digitaler Prozessregler (4, 5) für eine Stromquelle mit einem ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung in eine Ausgangsspannung (U_A), umfassend
 - einen Eingang für die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}),
 - einen Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers (3) sowie
 - Mittel zur Ausführung eines Regelalgorithmus, bei dem die die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) als Regelgröße und der zweite Wandler (3) als Stellglied eines Regelkreises vorgesehen sind,gekennzeichnet durch einen Ausgang, welcher zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in Abhängigkeit eines Schweißprozesses oder eines Batterieladeprozesses vorbereitet ist.

NACHGEREICHT

10. Stromquelle, umfassend einen ersten Wandler (1) zum Umwandeln einer Eingangsspannung (U_E) in eine Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}), einen Zwischenkreiskondensator (2) sowie einen zweiten Wandler (3) zum Wandeln der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) in eine Ausgangsspannung (U_A) und eine Regelung (4) nach Anspruch 7, deren Eingang für die Ausgangsspannung (U_A) und/oder den Ausgangsstrom (I_A , I_{A1}) mit dem Ausgang der Stromquelle und deren Ausgang zur Ansteuerung des zweiten Wandlers (3) mit dem zweiten Wandler (3) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der Regelung (4) zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (U_{ZK} , U_{ZK1}) mit dem ersten Wandler (1) oder einer weiteren mit dem ersten Wandler (1) verbundenen Regelung (5) verbunden ist.
11. Stromquelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wandler (1) einen ungesteuerten Gleichrichter (6) sowie einen damit verbundenen Spannungsteller (7) umfasst.
12. Stromquelle nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wandler (1) einen gesteuerten Gleichrichter (9) umfasst.
13. Stromquelle nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Wandler (3) einen Wechselrichter (10), einen damit verbundenen Transformator (11) und einen damit verbundenen Gleichrichter (12) umfasst.
14. Stromquelle nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese als Schweißstromquelle oder Batterieladegerät ausgebildet ist.

FRONIUS INTERNATIONAL GmbH

durch


Anwälte Burger & Partner
Rechtsanwalt GmbH

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: G05F 1/618 (2006.01); H02M 5/451 (2006.01); H02J 3/34 (2006.01); H02J 7/02 (2006.01); B23K 9/095 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: G05F 1/618; H02M 5/451; H02J 3/34; H02J 7/02B; B23K 9/095B		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B23K, G05F, H02J, H02M		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, IEEE		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 18. Mai 2012 eingereichten Ansprüchen 1-14 erstellt.		
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 9037559 A (HITACHI LTD) 07. Februar 1997 (07.02.1997)	1, 10
Y	Das ganze Dokument.	2-9, 11-14
X	CN 101425756 A (TECO GROUP SCIENCE-TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD) 06. Mai 2009 (06.05.2009)	1, 10
Y	Das ganze Dokument.	2-9, 11-14
X	JP 8237963 A (HITACHI LTD) 13. September 1996 (13.09.1996)	1, 10
Y	Das ganze Dokument.	2-9, 11-14
X	JP 10341572 A (TDK CORP) 22. Dezember 1998 (22.12.1998)	1, 10
Y	Das ganze Dokument.	2-9, 11-14
Datum der Beendigung der Recherche: 18. Februar 2013		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): MEHLMAUER A.
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:		
X	Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungs- gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y	Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.