



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.03.2015 Patentblatt 2015/10**

(51) Int Cl.:  
**H05B 33/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14153428.9**

(22) Anmeldetag: **31.01.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder: **Sudhaus, Andre**  
**44227 Dortmund (DE)**

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB**  
**Deichmannhaus am Dom**  
**Bahnhofsvorplatz 1**  
**50667 Köln (DE)**

(30) Priorität: **28.08.2013 DE 102013014661**

(71) Anmelder: **ELMOS Semiconductor AG**  
**44227 Dortmund (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. zur Bereitstellung elektrischer Leistung für mindestens einen Verbraucher**

(57) Die Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. zur Bereitstellung elektrischer Leistung für mindestens einen Verbraucher ist versehen mit einer als IC ausgeführten Regelschaltung (10) mit einem Eingang (1), über den der Regelschaltung (10) elektrische Energie zuführbar ist, und mindestens einem ersten Ausgang (3) und einem zweiten Ausgang (4), über die ein Verbraucher (11) von der Regelschaltung (10) mit elektrischer Energie versorgbar ist bzw. über den die Regelschaltung (10) elektrische Leistung für einen Verbraucher (11) zur Verfügung stellt, mindestens einem außerhalb des ICs angeordneten, externen Widerstand ( $R_3, R_4, R_8$ ) zur außerhalb des ICs erfolgenden Abgabe von potentieller elektrischer

Verlustleistung, wobei einerseits der externe Widerstand ( $R_3, R_4, R_8$ ) mit dem zweiten Ausgang (4) der Regelschaltung (10) verbunden ist und andererseits an den externen Widerstand ( $R_3, R_4, R_8$ ) der Verbraucher (11) anschließbar ist. Der Sollwert der von der Regelschaltung (10) zu regelnden elektrischen Leistung des Verbrauchers (11) ist vorgebar. Die Aufteilung der elektrischen Energie für den Verbraucher (11) bzw. der für diesen zur Verfügung zu stellenden elektrischen Leistung auf die mindestens zwei Ausgänge ( $R_3, R_4$ ) der Regelschaltung (10) ist von dieser in Abhängigkeit von mindestens einem Aufteilungsparameter ( $V_p$ ) steuerbar. Dieser ist der Regelschaltung (10) zuführbar oder in der Regelschaltung (10) ermittelbar.

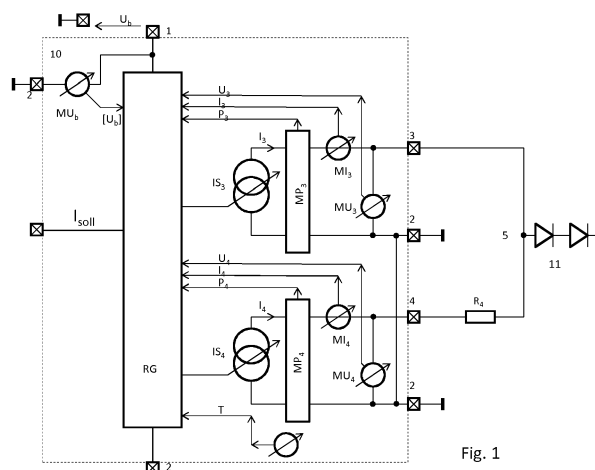


Fig. 1

## Beschreibung

### Einleitung und Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. zur Bereitstellung elektrischer Leistung für mindestens einen Verbraucher.
- [0002]** Für viele Anwendungen ist eine geregelte elektrische Energieversorgung notwendig. Insbesondere bei der Regelung der Versorgung von LED-Leuchten im Kfz sind besondere Anforderungen zu erfüllen.
- 10 **[0003]** Die zu versorgenden LEDs sind in der Regel in Serie, seltener parallel geschaltet und werden typischerweise durch eine Stromquelle versorgt. Diese geregelte Stromquelle wird aus einer Energiequelle, typischerweise dem Board-Netz eines Kfz, gespeist.
- [0004]** Hierbei tritt das Problem auf, dass die Regelung der Stromquelle zu einem erheblichen Leistungsverlust innerhalb der Stromquellschaltung führt. Dies hat dahingehend Konsequenzen, dass bei einer monolithischen Integration in Form einer integrierten Schaltung (IC) zusätzliche IC-Flächen notwendig werden, um die für den jeweiligen Halbleiter
- 15 kritische Temperatur nicht zu überschreiten. Gleichzeitig sind ggf. besondere Maßnahmen zur Kühlung im Gehäuse der Stromquelle erforderlich.

### Aufgabe der Erfindung

- 20 **[0005]** Es ist die Aufgabe der Erfindung, die aus einer Regelung des LED-Stromes durch die versorgende Stromquelle herrührende Verlustleistung für die Stromquelle selbst zu minimieren, um hierdurch den Aufwand an IC-Fläche und den gehäusetechnischen Aufwand erheblich zu senken.
- [0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Einzelne Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

### Beschreibung der grundlegenden Erfindung

- 30 **[0007]** Der grundlegende Gedanke der Erfindung ist es, nicht nur den Strom zu regeln, sondern auch den Ort zu bestimmen, an dem die Verlustleistung durch die Regelung des Stromes anfällt, und zwar durch einen diesen Ort der zusätzlichen Verlustleistung spezifizierenden weiteren Regelparameter.
- [0008]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass im Grunde ein Transistor, der der regelnde Transistor einer Stromquelle ist, im weitesten Sinne wie ein einstellbarer Widerstand betrachtet werden kann. Hat dieser Transistor einen mittleren Widerstandswert, so fällt ein Maximum an Leistung über dem Transistor ab.
- 35 **[0009]** Es wurde im Rahmen der Erfindung erkannt, dass daher ein Betriebsbereich definiert werden kann, in dem dieser Transistor durch einen anderen zweiten Transistor ersetzt werden kann, dem ein externer Widerstand nachgeschaltet ist. Dieser zweite Transistor regelt dann den Strom, wobei ein Teil der Regelverlustleistung nicht im zweiten Transistor selbst, sondern im externen Widerstand abfällt. Somit heizt sich die integrierte Schaltung weniger auf, da die Heizleistung ja außerhalb des Gehäuses in dem besagten externen Widerstand anfällt. Wird ein Strom benötigt, der einen Transistorwiderstand unterhalb der Summe aus dem On-Widerstand des zweiten Transistors und dem externem
- 40 Widerstand erfordert, so übernimmt wieder der erste Transistor die Regelung.
- [0010]** Dieses recht einfache Prinzip lässt sich insofern verallgemeinern, als dass der Strom innerhalb zweier Strompfade durch zwei Parameter jeweils so geregelt wird, dass die Summe der Ströme in den beiden Strompfaden mit einem ersten Parameter korreliert und die Verteilung der Verlustleistung mit einem zweiten zusätzlichen Parameter verknüpft ist. Dies ist der Grundgedanke der Erfindung.
- 45 **[0011]** Natürlich kann das Prinzip auch auf mehr als zwei Strompfade angewandt werden. In dem Fall kann sowohl zwei- als auch mehrdimensional zwischen den Strompfaden geregelt werden.
- [0012]** Erfindungsgemäß ist also die Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. zur Bereitstellung elektrischer Leistung für mindestens einen Verbraucher versehen mit

- 50 - einer als IC ausgeführten Regelschaltung mit einem Eingang, über den der Regelschaltung elektrische Energie zuführbar ist, und mindestens einem ersten Ausgang und einem zweiten Ausgang, über die ein Verbraucher von der Regelschaltung mit elektrischer Energie versorgbar ist bzw. über den die Regelschaltung elektrische Leistung für einen Verbraucher zur Verfügung stellt,
- 55 - mindestens einem außerhalb des ICs angeordneten, externen Widerstand zur außerhalb des ICs erfolgenden Abgabe von potentieller elektrischer Verlustleistung, wobei einerseits der externe Widerstand mit dem zweiten Ausgang der Regelschaltung verbunden ist und andererseits an den externen Widerstand der Verbraucher anschließbar ist,
- wobei der Sollwert der von der Regelschaltung zu regelnden elektrischen Leistung des Verbrauchers vorgebbbar ist und

- wobei die Aufteilung der elektrischen Energie für den Verbraucher bzw. der für diesen zur Verfügung zu stellenden elektrischen Leistung auf die mindestens zwei Ausgänge der Regelschaltung von dieser in Abhängigkeit von mindestens einem Aufteilungsparameter steuerbar ist, der der Regelschaltung zuführbar oder der in der Regelschaltung ermittelbar ist.

5

**[0013]** Zum wesentlichen erfindungsgemäßen Ansatz sei erwähnt, dass potentielle Verlustleistungen, die in der Regelschaltung entstehen können, über einen externen Widerstand oder anderen Verbraucher in Form von Wärme umgesetzt wird, die dann an die Umgebung abgegeben wird. Damit wird die Regelschaltung selbst, die als IC ausgeführt ist, vor thermischen Überbeanspruchungen geschützt. Hierzu liefert die Regelschaltung an den Verbraucher über mindestens zwei Pfade die vom Verbraucher jeweils "abgerufene" Energie bzw. Leistung. Einer dieser beiden Pfade ist möglichst niederohmig, also im wesentlichen verlustfrei an die Regelschaltung angebunden, nämlich über den oben erwähnten ersten Ausgang der Regelschaltung, während der zweite Leistungsübertragungspfad den externen Widerstand aufweist. Über zwei Reglermodule werden nun diese beiden Leistungspfade entsprechend angesteuert, wobei bis zu einem ersten Grenzwert die elektrische Leistung von der Regelschaltung zum Verbraucher ausschließlich über den ersten Ausgang transportiert wird. In jedem Reglermodul wird auch Verlustleistung in Form von Wärme erzeugt und zwar in einem Umfang, der von der Größe der für den Verbraucher zur Verfügung zu stellenden elektrischen Leistung ist. Je nachdem in welchem Arbeitspunkt sich der mindestens eine Treiber eines Reglermoduls befindet, erzeugt dieser also mehr oder weniger Wärme. Wenn demnach der Treiber aufgrund eines erhöhten Leistungsbedarfs des Verbrauchers in einem Betriebsbereich gelangen würde, in dem er mehr Verlustleistung erzeugt, die in Form von Wärme das IC beeinträchtigen könnte, wird erfindungsgemäß das nächste Reglermodul zur zusätzlichen Leistungsabgabe an den Verbraucher hinzugeschaltet.

**[0014]** Die Verteilung der zur Verfügung zu stehenden elektrischen Leistung auf die Reglermodule erfolgt in Abhängigkeit von den Aufteilungsparametern.

**[0015]** Der erfindungsgemäße Ansatz ist also konträr zu den im Stand der Technik bekannten Verfahren, bei denen zur Verhinderung einer Überhitzung von Treibertransistoren der Last bzw. einem Verbraucher zuzuführender Strom symmetrisch bzw. gleichförmig auf mehrere Treiber aufgeteilt wird, wie dies beispielsweise in EP-A-2 196 887 beschrieben ist.

**[0016]** Im Folgenden wird zur Vereinfachung die Versorgung eines einzelnen Verbrauchers mittels zweier Stromquellen, die in zwei Strompfade einspeisen, beschrieben. Dem Fachmann wird es leicht möglich sein, diese Grundidee auf drei und mehr Strompfade zu erweitern.

**[0017]** Die nachfolgend angegebenen Bezugszeichen beziehen sich auf die Zeichnung.

**[0018]** Es handelt sich also um eine Vorrichtung zur geregelten Versorgung mindestens eines Verbrauchers 11 mit elektrischer Energie durch eine Regelschaltung 10. Zur Vereinfachung sei angenommen, dass die Regelschaltung 10 über mindestens vier Anschlüsse 1, 2, 3, 4 verfügt. Ein Anschluss 2 sei dabei beispielsweise der Masseanschluss und das Bezugspotenzial der erfindungsgemäßen Regelschaltung 10, die Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist. Ein beispielhafter Verbraucher 11 verfügt über zwei Versorgungsanschlüsse 5, 6. Die Anschlüsse 5, 6 des Verbrauchers 11 sind mit einem Ausgang 3 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10 verbunden. Die Regelschaltung 10 wird aus einer geregelten oder ungeregelten Energiequelle 7 mindestens über ihren Versorgungsspannungsanschluss 1 und den Masseanschluss 2 mit elektrischer Energie versorgt. Der zweite Ausgang der Regelschaltung 4 ist über einen zweiten externen Widerstand  $R_4$  mit einem ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 elektrisch verbunden. Dabei kann der Verbraucher 11 auch ein fast beliebiges elektrisches Netzwerk mehrerer Verbraucher sein, die Teil des Verbrauchers 11 sind. Beispielsweise kann es sich in Teilen oder im Ganzen um eine Serien- und/oder Parallelschaltung von LEDs handeln. Wichtig ist nur, dass die Versorgung zumindest eines Teils des Verbrauchers über die Anschlüsse 5, 6 erfolgt.

**[0019]** In jedem Fall muss der Verbraucher 11 ein gemeinsames Bezugspotenzial 2 mit der Regelschaltung 10 und der Energiequelle 7 aufweisen. Diese Verbindung kann elektrisch direkt oder aber auch indirekt über einen weiteren Verbraucher oder ein weiteres Verbrauchernetzwerk geschehen. Beispielsweise kann der zweite Anschluss 6 des Verbrauchers 11 direkt mit dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10 verbunden sein.

**[0020]** Natürlich ist es möglich, dass in der direkten Verbindung zwischen dem ersten Ausgang 3 der Regelschaltung 10 und dem ersten Anschluss des Verbrauchers 5 statt einer direkten Verbindung eine Verbindung über einen ersten externen Widerstand  $R_3$  besteht. Für den erfinderischen Gedanken ist es nur wesentlich, dass dieser erste externe Widerstand  $R_3$  einen anderen Wert als der zweite externe Widerstand  $R_4$  aufweist, da nur dann eine Regelung des Ortes des Anfalls der Regelverlustleistung in gewissem Umfang möglich ist. Natürlich ist es sinnvoll und zweckmäßig, wenn einer der externen Widerstände  $R_3$ ,  $R_4$  einen Wert von Null Ohm hat, was in der Realität einem sehr gering von Null verschiedenen Wert entspricht. In der Regel wird eine solche Verbindung einfach als direkte Verbindung realisiert, was beispielsweise einem Widerstand von wenigen mOhm entspricht.

**[0021]** Die Widerstände  $R_3$ ,  $R_4$  können dann als ungleich angesehen werden, wenn je nach Material der Widerstände diese um mehr als 1% oder besser mehr als 2% oder besser mehr als 5% oder besser mehr als 10% oder besser mehr als 25% oder besser mehr als 50% oder besser mehr als 100% voneinander abweichen. Besonders bevorzugt sind

Zuleitungswiderstände zwischen dem ersten Ausgang 3 der Regelschaltung 10 und dem zweiten Anschluss des Verbrauchers 6 von weniger als 10 Ohm oder besser weniger als 5 Ohm oder besser weniger als 2 Ohm oder besser weniger als 1 Ohm oder besser weniger als 100 mOhm. Solche niedrigen Widerstände können ganz allgemein im Sinne dieser Offenbarung als mit einem Wert von nahezu Null Ohm betrachtet werden.

**[0022]** Der Verbraucher 11 wird nun mit der Summe der beiden Ausgangsströme  $I_3 + I_4$  versorgt. Damit die Regelschaltung 10 ihre eigentliche Kernaufgabe, nämlich die Regelung des Stromes durch den Verbraucher 11 wahrnehmen kann, ist es offensichtlich, dass die Summe der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$  an den Ausgängen 3, 4 der Regelschaltung 10 geregelt werden muss. Diese Summe der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$  muss daher innerhalb der Regelschaltung als ein Ist-Wert gebildet werden. Dieser Ist-Wert  $I_3 + I_4$  wird dann in der Regelschaltung mit einem Sollwert  $I_{\text{sum}}$ , der vorgegeben ist, verglichen. Beide Ströme  $I_3$ ,  $I_4$  werden dann bei Abweichungen zwischen der Summe der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$  und dem Sollwert  $I_{\text{sum}}$  entsprechend nachgeregelt. Im einfachsten Falle geschieht diese "entsprechende" Nachregelung beispielsweise durch eine Proportionalregelung, bei der beiden Ströme  $I_3$ ,  $I_4$  der beiden Ausgänge 3, 4 um einen gleichen Faktor nachgeregelt werden. Ein Entsprechen des Sollwerts  $I_{\text{sum}}$  gegenüber dem vorgegebenen Summenstrom  $I_3 + I_4$  kann natürlich auch kompliziertere Funktionen als die zuvor beschriebene, einfache affine Abbildung umfassen. Wichtig ist, dass diese zumindest zeitweise durch eine bijektive, streng monoton steigende Funktion zwischen dem Sollwert  $I_{\text{soll}}$  und der Stromsumme  $I_3 + I_4$  beschrieben werden kann. Der Sollwert  $I_{\text{sum}}$  kann dabei von außen vorgegeben werden oder in der Regelschaltung 10 als interner Referenzstrom  $I_{\text{ref\_int}}$  fest vorgegeben werden. Natürlich ist beispielsweise die Umrechnung dieser Größen durch analoge oder digitale Rechenschaltungen in andere Parameter wie beispielsweise Spannungen vor dem Vergleich möglich. Diese besagte Vorgabe des Sollwerts  $I_{\text{sum}}$  kann von außen dabei beispielsweise durch einen Referenzstrom  $I_{\text{ref\_ext}}$  oder einen Referenzwiderstand  $R_{\text{ref}}$  eingestellt werden. Bei einer programmierten Vorgabe kann beispielsweise durch eine Datenschnittstelle ST ein Wert in ein Register geschrieben werden, woraufhin ein Digital-zu-Analog-Converter ADC den Sollwert erzeugt. Im Stand der Technik sind hierfür mannigfache Methoden bekannt, so dass eine weitere Ausführung hier nicht notwendig ist.

**[0023]** Als zweiter wesentlicher regelbarer Parameter ist die Verteilung des Summenstroms  $I_3 + I_4$  auf die Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$  zu nennen. Da deren Summe  $I_3 + I_4$  ja durch den besagten Sollwert  $I_{\text{sum}}$  festgelegt ist, wird nur das Verhältnis der Aufteilung zwischen diesen Strömen  $I_3$ ,  $I_4$  durch mindestens einen Regelparameter bestimmt. Dieser wird im Folgenden als Aufteilungsparameter  $V_p$  bezeichnet. Dieser Aufteilungsparameter  $V_p$  kann nach verschiedenen Gesichtspunkten ermittelt werden. Im einfachsten Fall wird dieser von außen über eine Schnittstelle vorgegeben. Beispielsweise kann dies wieder über eine Datenschnittstelle ST und ein weiteres Register erfolgen oder über eine PWM-Schnittstelle, wobei das Tastverhältnis beispielsweise den Aufteilungsparameter  $V_p$  oder einen der erwähnten analogen Werte  $I_{\text{ref\_ext}}$  wieder gibt. Wesentlich besser ist jedoch die Ermittlung des Aufteilungsparameters  $V_p$  innerhalb der Regelschaltung 10 selbst. Hierfür verfügt die Regelschaltung typischerweise über eine geeignete Komponente, die diese Ermittlung des Aufteilungsparameters  $V_p$  durchführt.

**[0024]** Um diesen Aufteilungsparameter  $V_p$  zu ermitteln, ist es zunächst sinnvoll, wesentliche Betriebsparameter der Regelschaltung 10 zu erfassen. Dabei muss diese Erfassung nicht unbedingt ständig erfolgen. Es können für bestimmte Betriebsparameter vorbestimmte Zeitpunkte vorgesehen werden. Hierbei können die Messungen zyklisch oder mit Hilfe eines bandbegrenzten Mess-TriggerSignals erfolgen. Dann, wenn das Signal bestimmte Bedingungen, z. B. einen Nulldurchgang erfüllt, erfolgt eine Messung. Letztere Methodik hat den Vorteil, dass möglicherweise die Anforderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit beachtet werden können. Dies hängt jedoch vom konkreten Anwendungsfall ab. Als sinnvolle Messgrößen haben sich eine Messung des Ausgangsstromes  $I_3$ ,  $I_4$  der Regelschaltung 10 und/oder eine Messung der Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$  der Regelschaltung 10 und/oder eine Messung der Ausgangsleistung  $P_3$ ,  $P_4$  der Regelschaltung 10 sowie die Messung von Betriebstemperaturen  $T$  herausgestellt. Letztere können beispielsweise in der Regelschaltung 10 selbst und/oder in Teilen der Regelschaltung 10 und/oder in der Nähe der Regelschaltung 10 und/oder in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$  und/oder in der Nähe eines Verbrauchers 11 gemessen werden. Einer oder mehrerer dieser Werte können dann durch analoge und/oder digitale Berechnung zu dem besagten Aufteilungsparameter  $V_p$  umgeformt werden. Natürlich ist eine mehrdimensionale Regelung, die sowohl die Stromsumme  $I_3 + I_4$  als auch die Stromverteilung zwischen den Ausgangsströmen  $I_3$ ,  $I_4$  regelt, sinnvoll, da aufgrund der Messungen insbesondere fehlerhafte Zustände detektiert werden können, was beispielsweise zum Abschalten der Regelschaltung durch Abschaltung eines oder mehrerer Ausgänge 3, 4 führen kann. Insofern ist es sinnvoll, dass nicht nur die aktuellen Werte dieser Messwerte, sondern auch deren vergangene Werte und vergangene Werte für den Sollwert der Stromsumme  $I_{\text{sum}}$  und den Aufteilungsparameter  $V_p$  für die Berechnung der aktuellen Sollwerte für die Stromsumme  $I_{\text{sum}}$  und den Aufteilungsparameter  $V_p$  herangezogen werden. Diese vergangenen Werte werden ggf. in einem geeigneten analogen oder digitalen Speicher zwischengespeichert. Es kann sich bei den besagten analogen Speichern dabei beispielsweise um einen Tiefpass oder eine Sample-and-Hold-Schaltung handeln.

**[0025]** Alle diese gemessenen Parameter und auch der Verlauf der gespeicherten Werte sowie deren zeitliche einfachen und höheren Ableitungen und aus diesen abgeleitete Werte können jeweils mit Sollwerten verglichen werden.

**[0026]** Die Vorrichtung weist daher eine Komponente, typischerweise einen Regler RG, auf, die einen der gemessenen Werte oder einen zwischen-gespeicherten Messwert oder einen daraus abgeleiteten Wert mit einem zugehörigen Soll-

wert vergleicht. Der Vergleich erfolgt durch den Regler RG in der Weise, dass der Regler prüft, ob der besagte gemessene Wert kleiner als der Sollwert oder größer als der Sollwert ist. Natürlich ist es in manchen Fällen sinnvoll, dass der Regler prüft, ob der gemessene Wert gleich einem Sollwert ist. Dies bedeutet, dass der gemessene Wert innerhalb eines Toleranzbands um den Sollwert liegen muss. Es handelt sich also eher um ein Soll-Band. Natürlich ist es dann nicht sinnvoll, diese gemessenen Werte gleichzeitig als größer oder kleiner zu bewerten. Als Messwerte für einen solchen Vergleich können beispielsweise einer der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  oder eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  oder eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  oder die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  oder die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3+P_4$ ,  $P_3+P_4+P_8$  oder die von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellte Betriebsspannung  $U_b$  oder die Temperatur T der Regelschaltung 10 die Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 oder die Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 oder die Temperatur T in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder die Temperatur T in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder die Temperatur T in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder ein zwischengespeicherter Wert dieser Werte oder eine aus diesen Werten und/oder deren zwischengespeicherten Werten abgeleitete Größe verwendet werden.

**[0027]** Es hat sich gezeigt, dass es bereits zu guten Ergebnissen führt, wenn der Aufteilungsparameter  $V_p$  die Betriebsspannung  $U_b$  ist oder mit dieser korreliert. Es ist aber ebenso denkbar, als Aufteilungsparameter  $V_p$  einen der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$  oder eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$  oder eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$  oder die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3+I_4$  oder die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3+P_4$  oder die Temperatur T der Regelschaltung 10 oder die Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 oder die Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 oder die Temperatur T in der Nähe eines Verbrauchers 11 oder die Temperatur T in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$  oder die Temperatur T eines Kühlmittels oder Kühlmediums in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$  zu verwenden.

**[0028]** Darüber hinaus ist es auch möglich, die Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4$  in Abhängigkeit von einer der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$  oder in Abhängigkeit von einer der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$  oder in Abhängigkeit von der Summe der Ausgangsleistungen  $P_3+P_4$  oder in Abhängigkeit von der der Temperatur T der Regelschaltung 10 oder der Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 oder der Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 oder der Temperatur T in der Nähe eines Verbrauchers 11 oder der Temperatur T in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$  zu regeln. Statt der vorgenannten Werte können ersatzweise oder zusätzlich auch gespeicherte Werte dieser Werte und/oder aus diesen Werten abgeleitete Größen oder die Betriebsspannung  $U_b$  für die Regelung verwendet werden.

**[0029]** Wie bereits erwähnt, eröffnen die vorhandenen Messwerte die Möglichkeit, diese für eine Fehlererkennung zu nutzen. Daher verfügt eine erfindungsgemäße Vorrichtung nicht nur über Komponenten, um diese Messungen vorzunehmen und daraus die besagten Regelsignale  $I_{soll}$ ,  $V_p$  zu erzeugen, sondern vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise, auch über eine Komponente, die die Funktion einer Fehlerüberwachung hat. Diese gibt mindestens ein Fehler-signal  $S_{stat}$  aus, das einen Fehler signalisieren kann. Ein solches Fehlersignal  $S_{stat}$  kann auch der Inhalt eines Registers oder eines Bits sein, der über eine digitale Schnittstelle, z. B. eine Datenschnittstelle ST, gelesen werden kann und dessen Wert durch die besagte Komponente erzeugt wird. Eine analoge Signalisierung über spezielle Leitungen ist natürlich auch möglich.

**[0030]** Von besonderer Wichtigkeit ist dabei, dass diese Komponente auch Fehlerbotschaften anderer System, die nicht Teil der Regelschaltung sind, empfangen können sollte. So sollte die Komponente vorzugsweise mit dem Fehler-signal einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung oder einer weiteren nicht erfindungsgemäßen Vorrichtung verkettet werden können. Dies ermöglicht es, dass beispielsweise ein Fehler an einem Modul, bestehend aus Regelschaltung und Verbrauchern, alle mittels Verkettung verbundenen Module abschalten kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn diese Verkettung beispielsweise mittels einer Wired-or-Schaltung und einem Pull-Up-Widerstand des Fehlersignals  $S_{stat}$  geschieht.

**[0031]** Als Fehler-Modi, die besonders bevorzugt erkannt werden sollen, ist zu nennen

- a) ein "Open-Fehler", bei dem eine Unterbrechung oder signifikante Einschränkung des Stromflusses durch einen Verbraucher erkannt wird, und
- b) ein Kurzschluss, bei dem ein Verbraucher überbrückt ist oder einen massiv abgesenkten Innenwiderstand aufweist.

**[0032]** Ein Merkmal für einen "Open-Fehler" kann beispielsweise ein Ausgangsstrom  $I_3$ ,  $I_4$  sein, der kleiner als 10% oder 20% oder 30% oder 40% oder 50% eines vorgegeben Soll- oder Erwartungswertes ist. Hierbei hat sich ein Wert von kleiner als 30% als besonders vorteilhaft gezeigt.

**[0033]** Als ein Merkmal für einen Kurzschluss kann eine Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$  verwendet werden, die an mindestens einem der Ausgänge 3, 4 der Regelschaltung 10 kleiner als ein vorgegebener Sollwert ist. Im Falle einer Stromversorgung für eine LED-Kette hängt dieser Sollwert von der Anzahl der LEDs ab. Er kann beispielsweise einen Wert von 0,5V oder 0,1V oder 1,5V aber auch andere Werte haben. Im Falle einer LED-Schaltung ist es übrigens sinnvoll,

wenn mindestens einer der Widerstände  $R_3$ ,  $R_4$  einen Wert von Null Ohm oder nahezu Null Ohm hat. Dies ist so zu interpretieren, dass er einen Wert von weniger als 10 Ohm oder besser weniger als 5 Ohm oder besser weniger als 2 Ohm oder besser weniger als 1 Ohm oder besser weniger als 100 mOhm habe sollte.

**[0034]** Wird nun ein solcher Fehler von extern mittels Signalisierung oder durch Messung oder durch Abweichung von einem Sollwert oder Sollwertbereich oder einem vorgegebenen zeitlichen Verlauf oder Verlauf-Bereichs eines der zuvor besprochenen Parameter und /oder einer der zuvor beschriebenen Regelgrößen und/oder einer aus diesen abgeleiteten Größe durch eine Komponente der Regelschaltung 10 erkannt, so besteht eine möglich Maßnahme, die eine optionale Steuerung innerhalb der Regelschaltung 10 ergreifen kann darin, dass die Energieversorgung zumindest eines Verbrauchers 11 in Form der durch die Regelschaltung 10 an diesen abgegebenen Energie reduziert oder eingestellt wird.

**[0035]** Eine besondere Form der Selbstdiagnose der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann dadurch erfolgen, dass einer der Stromzweige, beispielsweise der zweite Anschluss 4 der Regelschaltung 10 nicht mit Strom versorgt wird und die Spannung an diesem Zweig, in diesem Beispiel die zweite Ausgangsspannung  $U_4$ , gemessen wird. Hierdurch kann der Zustand einer als Verbraucher 11 agierenden LED-Kette zuverlässiger bestimmt werden. Allerdings stellt eine solche Messung eine Störung des Betriebs dar. Daher kann diese Messung, wenn überhaupt, nur zeitweilig und typischerweise nur mit einem gewissen zeitlichen Mindestabstand und beispielsweise periodisch erfolgen. Eine mögliche eine Selbstdiagnose in Form einer Fehlererkennung erfolgt daher zumindest für einen möglichen Fehler nur zu bestimmten Zeiten und nicht kontinuierlich.

**[0036]** Natürlich ist es denkbar, mehrere erfindungsgemäße Regelschaltungen 10 beispielsweise für eine RGB-Licht-Regelung einzusetzen. Hierfür werden beispielsweise drei LED-Ketten in den Farben Rot, Grün und Blau benötigt. In dieser beispielhaften Ausprägung wird jede dieser LED-Ketten durch jeweils eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit Energie versorgt. Für die Einstellung der richtigen Farbe ist es daher sinnvoll, für diesen Zweck diese Dreifach-Regelschaltung mit einem Farb-Sensor MF zu kombinieren. Dieser liefert typischerweise drei Ist-Werte, mit denen die jeweiligen Stromsummen  $I_{\text{sum}_r}$ ,  $I_{\text{sum}_g}$  und  $I_{\text{sum}_b}$  nachgeregelt werden können. Als externer Sollwert können dann drei Werte vorgegeben werden, die je nach verwendeten Farbmodell durch einen Rechner in die Sollwerte  $I_{\text{sum}_r}$ ,  $I_{\text{sum}_g}$  und  $I_{\text{sum}_b}$  umgerechnet werden. Natürlich ist auch die direkte Vorgabe der Sollwerte durch eine externe Beschaltung und/oder mittels einer Programmierung denkbar. Eine solche externe Beschaltung kann beispielsweise durch Referenzströme  $I_{\text{ref\_ext}_1}$ ,  $I_{\text{ref\_ext}_2}$ ,  $I_{\text{ref\_ext}_3}$  erfolgen, die über externe Widerstände  $R_{\text{ref}_1}$ ,  $R_{\text{ref}_2}$ ,  $R_{\text{ref}_3}$  eingepreßt werden.

**[0037]** An dieser Stelle sei abschließend noch erwähnt, dass es bei geeigneter Ausgestaltung des externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$ ,  $R_8$  möglich ist, bei diesem Betriebstemperaturen zuzulassen, die weit über den Betriebstemperaturen liegen, die für Halbleiter und damit eine Realisierung der erfindungsgemäßen Regelschaltung 10 als integrierte Schaltung erlaubt sind. Auch kann der externe Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$ ,  $R_8$  an einem anderen Ort als die Regelschaltung 10 montiert werden. Dies erlaubt es, beispielsweise, durch eine geeignete thermische Isolation zwischen externem Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$ ,  $R_8$  und Regelschaltung 10 diese vor einer zu hohen Temperaturlast zu schützen. Der Widerstand fungiert damit als eine Art elektrischer Kühlkörper bezogen auf das System, was den Charakter der Erfindung besonders deutlich macht. Es ist daher ein Merkmal einer entsprechenden Ausprägung der Erfindung, dass ein externer Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$  in einer solchen räumlichen Entfernung von der Regelschaltung 10 montiert oder thermisch sonst wie isoliert ist, so dass bei Erreichen der maximalen bestimmungsgemäßen Betriebstemperatur  $T_R$  des betreffenden externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$  die Temperatur der Regelschaltung 10 im besten Fall um nicht mehr als 10°C oder schlechter nicht mehr als 20°C oder schlechter nicht mehr als 40°C oder schlechter nicht mehr als 80°C erhöht wird.

**[0038]** Auf der anderen Seite ist eine Kühlung dann besonders effektiv, wenn die Temperaturdifferenz zwischen dem externen Widerstand und seiner Kühlung, beispielsweise einem Kühlmittel oder einem Kühlkörper, maximiert wird. Dies kann durch Maximierung der zulässigen Betriebstemperatur des externen Widerstands geschehen. Es ist daher ein Merkmal einer Ausprägung der Erfindung, wenn ein externer Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ,  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$  in einem spezifikationskonformen Betriebszustand der Regelschaltung 10 eine Temperatur von  $T_R$  von größer als 150°C oder besser größer als 200°C oder besser größer als 250°C oder besser größer als 350°C oder besser größer als 450°C erreicht. In diesem Zusammenhang ist es beispielsweise denkbar, die Kühlung durch flüssiges Metall, also beispielsweise Blei oder Zinn etc. vorzunehmen. Dabei kann auch die Schmelzwärme ausgenutzt werden, wenn die Belastungen nur kurzzeitig sind. Die Vorrichtung ist daher in der Lage, sehr große Spitzenlasten erfolgreich zu regeln, was sie signifikant vom Stand der Technik unterscheidet.

#### Figurenkurzbeschreibung

**[0039]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele sowie unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigen dabei:

Fig. 1 beispielhafte Grundstruktur einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 mit einer einzelnen LED-Kette 11 als Verbraucher,

- Fig. 2 beispielhafte Grundstruktur einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 mit einer einzelnen LED-Kette 11 als Verbraucher und einem ersten Widerstand  $R_3$ ,
- Fig. 3 beispielhafte Grundstruktur einer erfindungsgemäßen Regelschaltung 10 mit einer einzelnen LED-Kette 11 als Verbraucher und drei Ansteuerkanälen und drei Stromquellen  $IS_3$ ,  $IS_4$ ,  $IS_8$ ,
- Fig. 4 beispielhafte Grundstruktur einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit drei LED-Ketten 11\_1, 11\_2, 11\_3 als Verbraucher und drei erfindungsgemäßen Regelschaltungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 und einer FehlerDetektion FD, einem Farbsensor MF und einem Farbgler (FR),
- Fig. 5 zeigt die beispielhafte Veränderung der Leistungsumsetzung in der LED, der Regelschaltung 10 und im Widerstand  $R_4$  mit Veränderung der Betriebsspannung  $U_b$ ,
- Fig. 6 zeigt die beispielhafte Veränderung der Leistungsumsetzung in der LED, der Regelschaltung 10 und im Widerstand  $R_4$  mit Veränderung der Betriebsspannung  $U_b$  bei drei Stromquellen und
- Fig. 7 und 8 Schaltungen alternativer Varianten der Vorrichtung mit lediglich drei Anschlüssen für die Energieversorgung der Regelschaltung und Energieabgabe durch die Regelschaltung an den Verbraucher bzw. vier Leistungsbereitstellungsmodulen.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung

**[0040]** Die folgenden Figuren geben nur einige mögliche Konfigurationen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wieder. Die erfindungsgemäßen Möglichkeiten ergeben sich aus der vorangegangenen Beschreibung und den Ansprüchen.

**[0041]** Fig. 1 zeigt eine beispielhafte erfindungsgemäße Regelschaltung 10. Sie weist die beiden Ausgänge 3, 4 auf und für jeden dieser Ausgänge 3, 4 eine zugehörige Stromquelle  $IS_3$ ,  $IS_4$ , die durch einen Regler RG gesteuert wird. Der Strom der ersten Stromquelle  $IS_3$  wird direkt in den ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11, in diesem Fall einer LED-Kette, geleitet. Der Strom der zweiten Stromquelle  $IS_4$  wird über den Widerstand  $R_4$  geleitet und erzeugt dort einen Spannungsabfall. Die Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$  werden durch Messvorrichtungen  $MU_3$ ,  $MU_4$  erfasst und dem Regler RG als Messwert zugeführt. Ebenso werden die Ströme  $I_3$ ,  $I_4$  durch zwei weitere Messvorrichtungen  $MI_3$ ,  $MI_4$  erfasst und dem Regler RG ebenfalls als Messwert zugeführt. Die Leistungen  $P_3$ ,  $P_4$  werden durch Leistungsmessvorrichtungen  $MP_3$ ,  $MP_4$  erfasst und als Messwert dem Regler RG zugeführt.

**[0042]** Ebenso wird die Betriebsspannung  $U_b$  durch eine Messvorrichtung  $MU_b$  erfasst und als Messwert dem Regler RG zugeführt. Nicht alle diese Messwerte sind für eine erfolgreiche Realisierung erforderlich. Hier soll lediglich das Potenzial dargestellt werden. Eine Temperaturmessvorrichtung misst die Temperatur T und stellt diese dem Regler RG zur Verfügung. Der Regler RG steuert mit Hilfe dieser Messwerte und ggf. mit der Hilfe von extern erhaltenen Steuervorgaben, hier ein Sollwert  $I_{soll}$ , sowie mit ggf. gespeicherten und/oder daraus abgeleiteten Größen die Stromquellen  $IS_3$ ,  $IS_4$ .

**[0043]** Fig. 2: Hier ist im Gegensatz zu Fig. 1 ein weiterer Widerstand  $R_3$  eingezeichnet.

**[0044]** Fig. 3 weist im Gegensatz zu Fig. 1 einen weiteren Ausgang 8 auf, der mit dem ersten Anschluss 5 ebenfalls über einen externen Widerstand  $R_8$  verbunden ist. Die zugehörigen Messeinrichtungen  $MU_8$ ,  $MI_8$ ,  $MP_8$  liefern die jeweiligen Messwerte  $P_8$ ,  $U_8$ ,  $I_8$  ebenfalls an den Regler RG der die Stromquellen insgesamt steuert. Typischerweise wird der Widerstand  $R_8$  so gewählt, dass er den doppelten Wert des Widerstands  $R_4$  besitzt.

**[0045]** Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Regelschaltung für eine RGB-LED-Beleuchtung. Die erfindungsgemäßen Regelschaltungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 steuern jeweils eine LED-Kette 11\_1, 11\_2, 11\_3 einer Farbe. Die zweiten Anschlüsse 4\_1, 4\_2, 4\_3 sind jeweils über einen externen Widerstand  $R_{4\_1}$ ,  $R_{4\_2}$ ,  $R_{4\_3}$  mit dem ersten Anschluss 5\_1, 5\_2, 5\_3 der jeweiligen LED-Kette 11\_1, 11\_2, 11\_3 verbunden. Die jeweiligen ersten Anschlüsse 3\_1, 3\_2, 3\_3 sind direkt mit diesen verbunden. Die zweiten Anschlüsse 6\_1, 6\_2, 6\_3 der LED-Ketten 11\_1, 11\_2, 11\_3 sind mit dem Masseanschluss 2 der Vorrichtung 10 verbunden. Ein Referenz-Generator RefG ermöglicht es, die Sollwerte (z.B.  $I_{soll}$ ) der einzelnen Teilvorrichtungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 von extern mittels der Ströme  $I_{ref\_ext\_1}$ ,  $I_{ref\_ext\_2}$ ,  $I_{ref\_ext\_3}$  einzustellen. Diese Ströme können über die Widerstände  $R_{ref\_1}$ ,  $R_{ref\_2}$ ,  $R_{ref\_3}$  bei Spannungsvorgabe statt Stromvorgabe eingestellt werden. Ein Controller CTR steuert die gesamte Vorrichtung. Diese kann über eine Datenschnittstelle ST angesprochen werden. Die beispielhafte Vorrichtung verfügt über eine Spannungsversorgung SUP die die unregulierte Betriebsspannung  $U_b$  für die Nutzung in der Regelschaltung 10 aufbereitet. Ein Farbgler FR erhält von einem Farb-Sensor MF Informationen über die farbliche Zusammensetzung und die Intensität des Abgestrahlten Lichtes. Diese Informationen werden vom Farbgler FR in Sollwertvorgaben für die Teilvorrichtungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 umgesetzt. Hierdurch wird eine Farbzusammensetzung und Beleuchtungsintensität eingestellt, die einer Vorgabe genügt. Natürlich ist es auch möglich, das zurückgestrahlte Licht zu vermessen und die Beleuchtung in Abhängigkeit davon nachzuregeln. Dabei

können beispielsweise die Sollwertvorgaben verschiedener Sollwertquellen, die zuvor beschrieben wurden, miteinander beispielsweise durch Multiplikation miteinander in einer geeigneten Vorrichtung, typischerweise dem Regler RG, zu einer gemeinsamen Sollwertvorgabe  $I_{\text{sum}}$  für den jeweiligen Summenstrom  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  und/oder den Verteilungsparameter  $V_p$  kombiniert werden. Eine Fehler-Detektion vergleicht die Messwerte der Messinstrumente der Teilvorrichtungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 mit Sollvorgaben bzw. Soll-Vorgabebereichen. Dabei können auch vergangene und abgeleitete Werte benutzt werden. Stellt der Fehler-Detektor FD eine Fehlerbedingung fest, so wird diese über ein Fehlersignal  $S_{\text{stat}}$  ausgegeben. Eine Ausgabe über die Datenschnittstelle ST ist natürlich ebenso möglich. Eine interne Referenz  $\text{intRef}$  dient zur Einstellung grundlegender interner Parameter.

**[0046]** Fig. 5 zeigt die Aufteilung des Leistungsverbrauchs in verschiedenen Betriebsspannungsbereichen für eine Vorrichtung ähnlich der Fig. 1. In einem Anlaufbereich A leiten die LED noch nicht voll und begrenzen den Summenstrom  $I_3+I_4$ . In diesem Bereich liefert typischerweise nur der erste Ausgang 3 den Strom für den Betrieb des Verbrauchers 11, der LEDs. In einem zweiten Betriebsspannungsbereich B wird der Strom nach und nach durch den Zweiten Stromzweig am zweiten Anschluss 4 mit dem zweiten externen Widerstand  $R_4$  übernommen. Die Leistung  $P_{R4}$ , die dabei im Widerstand  $R_4$  umgesetzt wird, steigt parabolisch an. Die Leistung  $P_{\text{LED}}$ , die in den LEDs umgesetzt wird, bleibt dabei weitestgehend konstant. Ab einem bestimmten Betriebsspannungspunkt kann der zweite Ausgang 4 nicht mehr ausreichend Spannung liefern. Daher würde nun der Gesamtstrom  $I_3+I_4$  durch die LEDs und damit  $P_{\text{LED}}$  wieder ansteigen. Daher wird nun in einem dritten Betriebsspannungsbereich C die zusätzliche Verlustleistung in der Regelschaltung umgesetzt. Die Verlustleistung  $P_{10}$  der Regelschaltung steigt nun kontinuierlich an. Die Leistungsaufnahme der LEDs  $P_{\text{LED}}$  bleibt weiter konstant. Die Leistungsaufnahme  $P_{R4}$  des zweiten externen Widerstands  $R_4$  bleibt konstant. In einem vierten Betriebsspannungsbereich D kann die Regelung nicht mehr aufrechterhalten werden und das System geht in einen Notlaufmodus.

**[0047]** Fig. 6 zeigt die Regelcharakteristik einer bevorzugten Ausprägung der Erfindung für die Energieversorgung von LEDs. Diese Regelcharakteristik gestaltet sich nun so, dass diese in Abhängigkeit von der Betriebsspannung  $U_b$  mehrere Betriebsspannungsbereiche aufweist. Für die folgenden Ausführungen wird zur Vereinfachung angenommen, dass der erste Widerstand  $R_3$  den Wert Null Ohm hat. Sind mehrere Zweige vorhanden, so sollte ein Widerstand den Wert Null haben. In einem ersten Betriebsspannungsbereich A schalten die Leuchtdioden (LEDs) noch nicht durch. Daher steigt in diesem Betriebsspannungsbereich der Strom durch die LEDs und damit die abgegebene Leistung in Abhängigkeit von der Betriebsspannung  $U_b$  an. In diesem Betriebsspannungsbereich wird durch die Regelschaltung der Sollstrom  $I_{\text{sum}}$  noch nicht an die LEDs abgegeben, da der Summenstrom  $I_3+I_4$  nicht durch die Regelschaltung 10, sondern durch die LEDs, also den Verbraucher 11, begrenzt wird. Beim Übergang vom Betriebsspannungsbereich A in einen zweiten Betriebsspannungsbereich B liefert der erste Ausgang 3 den gesamten Strom. Der erste Ausgang 3 ist in diesem Beispiel direkt mit dem Verbraucher 11 verbunden. Der Ausgangsstrom  $I_4$  des zweiten Ausgangs 4, der über den zweiten externen Widerstand  $R_4$  mit dem Verbraucher 11 verbunden ist, ist an diesem Betriebsspannungspunkt noch 0A. Der erste Ausgang 3 muss deshalb den gesamten Summenstrom  $I_3+I_4$  liefern, weil ein Spannungsabfall über den zweiten externen Widerstand  $R_4$  am zweiten Ausgang 4 nicht gewünscht ist. Mit dem Übergang in den Betriebsspannungsbereich B würde der Regler der Stromquelle am ersten Ausgang 3, um nicht mehr Strom liefern zu müssen, seinen parallel zur Stromquelle geschalteten Innenleitwert, erniedrigen müssen. Dies würde zu einem steigenden Leistungsverlust in diesem Regler führen. Daher übernimmt der zweite Ausgang nun nach und nach einen Teil des Summenstromes  $I_3+I_4$ . Dies geschieht beispielsweise in der Weise, dass die erste Ausgangsspannung  $U_3$  am ersten Ausgang 3 der Regelschaltung 10 und damit die Spannung, die über die LEDs und damit den Verbraucher 11 abfällt, konstant gehalten wird. Dies bedeutet, dass der Strom  $I_3+I_4$  durch die LEDs konstant bleibt. Hierfür wird der zweite Ausgangsstrom  $I_4$  aus dem zweiten Ausgang 4 so eingestellt, dass über den zweiten externen Widerstand  $R_4$ , der zwischen dem zweiten Ausgang 4 und den LEDs, also den zweiten Anschluss des Verbrauchers 6, geschaltet ist, die zusätzliche Spannung abfällt. Daher steigt in diesem Betriebsspannungsbereich B die Verlustleistung  $P_{R4}$  des zweiten externen Widerstands  $R_4$  parabolisch an, während die Verlustleistung  $P_{\text{LED}}$ , die in den LEDs freigesetzt wird, gleich bleibt. Ab einem bestimmten Punkt liefert die Stromquelle des zweiten Ausgangs 4 nicht mehr genügend Strom  $I_4$ , um die Spannung über dem Widerstand mit weiter steigender Betriebsspannung  $U_b$  weiter steigen zu lassen. Dieser Punkt markiert den Übergang zu einem weiteren Betriebsspannungsbereich C, in dem sowohl die Leistung  $P_{R4}$  im zweiten externen Widerstand  $R_4$  als auch die Leistung  $P_{\text{LED}}$  in den LEDs nahezu konstant bleiben. Die zusätzliche Verlustleistung muss nun in der Regelschaltung 10 selbst beseitigt werden, was nur bis zu einem weiteren Betriebsspannungspunkt erfolgen kann. Dann erfolgt ein Übergang in einen Betriebsspannungsbereich D, in dem die Leistung insgesamt abgesenkt werden muss, um eine Zerstörung der Regelschaltung 10 und/oder der LEDs, also des Verbrauchers 11, zu verhindern. In diesem Betriebsspannungsbereich D ist typischerweise eine korrekte oder vollständige Funktion des Verbrauchers 11 oder aller Verbraucher nicht mehr gegeben oder möglich.

**[0048]** Werden mehr als zwei Ausgänge für die Versorgung eines Verbrauchers, hier einer LED-Kette, benutzt, so sind natürlich komplexere Bereichsmuster denkbar.

**[0049]** In den Bereichen B und C wird also die Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4$  konstant gehalten. In dem Bereich B wird mit dem Ausgangsstrom  $I_4$  des zweiten Ausgangs 4 nachgeregelt, während im Bereich C durch den Spannungs-



abfall über die Regelschaltung 10 der Summenstrom  $I_3+I_4$  durch den Verbraucher 11 nachgeregelt wird und konstant gehalten wird. Der Bereich D ist ein Bereich, der typischerweise außerhalb der jeweiligen Spezifikation für die Regelschaltung 10 liegt und daher nur Notlaufeigenschaften aufweisen muss.

**[0050]** Fig. 7 zeigt eine Schaltungsanordnung ähnlich der gemäß Fig. 1, jedoch mit einer verringerten Anzahl an Eingangs- sowie Ausgangsanschlüssen. Im Übrigen ist die Funktionsweise dieser Schaltung die gleiche wie sie oben beschrieben ist.

**[0051]** Anhand der Ausführungsbeispiele nach Fig. 8 ist zu erkennen, dass der Verbraucher 11 über insgesamt vier Leistungsmodulpaare versorgt wird. Jeweils zwei dieser Leistungsmodulpaare sind mit einem Anschluss des Verbrauchers verbunden, wobei jedes dieser Leistungsmodulpaare einen möglichst niederohmig (im Idealfall ohne wirksamen ohmschen Widerstand) an den Verbraucher angeschlossenen Pfad und einen Leistungspfad mit externem Widerstand aufweist.

**[0052]** Zur Klarstellung und Verallgemeinerung des Erfindungskonzeptes sei an dieser Stelle noch hervorgehoben, dass mit dem Begriff "externer Widerstand" nicht notwendigerweise ein ohmscher Widerstand gemeint ist. Vielmehr soll mit diesem Begriff, wie sich aus dem Kontext der Erfindung ergibt, zum Ausdruck gebracht werden, dass ein außerhalb des ICs angeordneter Verlustleistungsverbraucher vorhanden ist, der elektrische Verlustleistung in Form beispielsweise von Wärme an die Umgebung abgibt.

**[0053]** Die Erfindung weist ferner ein oder mehrere der nachfolgend aufgeführten Merkmale/Merkmalsgruppen auf:

1. Vorrichtung zur geregelten Versorgung eines Verbrauchers 11 mit elektrischer Energie durch eine Regelschaltung 10, wobei

- die Regelschaltung 10 über mindestens vier Anschlüsse 1, 2, 3, 4, 8 verfügt,
- der Verbraucher 11 über mindestens zwei Versorgungsanschlüsse verfügt 5, 6,
- die Regelschaltung 10 über mindestens über zwei ihrer Anschlüsse 1, 2 aus einer geregelten oder ungeregelten Energiequelle 7 mit elektrischer Energie versorgt wird,
- mindestens ein Ausgang 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 über einen externen Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  mit mindestens einem ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 elektrisch verbunden ist,
- ein anderer Ausgang 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 über einen externen Widerstand  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder direkt mit dem besagten ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 elektrisch verbunden ist,
- der Verbraucher 11 mit zumindest einem weiteren zweiten Anschluss 6 mit der Energiequelle 7 oder einem weiteren Anschluss 2 der Regelschaltung 10 elektrisch verbunden ist,
- bei dem Vorhandensein mindestens zweier externer Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) diese unterschiedliche Werte haben,
- die Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  an den Ausgängen 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 einem als Sollwert  $I_{\text{sum}}$  vorgegebenen Summenstrom  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  entspricht und
- die strombetragsmäßige Verteilung der Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  auf die Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 von mindestens einem Regelparameter, d. h. einem Verteilungsparameter  $V_p$ , abhängig ist, der in der Regelschaltung 10 ermittelt wird oder von außen über eine analoge oder digitale Schnittstelle ST oder ein anderes Signal PWM vorgegeben wird.

2. Vorrichtung nach Ziffer 1, wobei die Regelschaltung 10 mindestens zwei Stromquellen  $IS_1$ ,  $IS_2$ ,  $IS_8$  umfasst, die die Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  liefern.

3. Vorrichtung nach Ziffer 1 oder 2, wobei die Regelschaltung mindestens eine Vorrichtung  $MI_3$ ,  $MI_4$ ,  $MI_8$  umfasst, die zumindest zeitweise mindestens einen Ausgangsstrom  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  misst.

4. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 3, wobei die Regelschaltung mindestens eine Vorrichtung  $MU_3$ ,  $MU_4$ ,  $MU_8$  umfasst, die mindestens eine Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  zumindest zeitweise an einem der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 misst.

5. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 4, wobei die Regelschaltung mindestens eine Vorrichtung  $MU_b$  umfasst, die mindestens eine Versorgungsspannung  $U_b$  einer Regelschaltung 10 zumindest zeitweise misst.

6. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 5, wobei die Regelschaltung mindestens eine Vorrichtung  $MP_3$ ,  $MP_4$ ,  $MP_8$  umfasst, die mindestens eine Ausgangsleistung  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  zumindest zeitweise an einem der Ausgänge 3, 4 der Regelschaltung 10 misst.

7. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 6, wobei die Regelschaltung 10 mindestens eine Vorrichtung umfasst, die mindestens eine Temperatur  $T$  zumindest zeitweise

- in der Regelschaltung 10 selbst und/oder
- in Teilen der Regelschaltung 10 und/oder
- in der Nähe der Regelschaltung 10 und/oder
- in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 und/oder
- in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$
- in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$

misst.

8. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 3 bis 7

- wobei die Vorrichtung mindestens eine Komponente RG aufweist, die mindesten einen der gemessenen Werte oder einem zwischengespeicherten Messwert oder einem daraus abgeleiteten Wert mit mindestens einem zugehörigen Sollwert vergleicht,
- wobei der Vergleich durch die Vorrichtung RG dadurch erfolgt, ob der besagte gemessene Wert kleiner als der Sollwert oder größer als der Sollwert oder auch optional gleich dem Sollwert ist, wobei gleich bedeutet, dass der gemessene Wert innerhalb eines Toleranzbands um den Sollwert liegt und alle Werte die innerhalb dieses Toleranzbandes liegen nicht als größer oder kleiner bewertet werden,
- wobei mindestens einer der Messwerte
  - einer der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  oder
  - eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  oder
  - eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  oder
  - die von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellten Betriebsspannung  $U_b$  oder
  - die Temperatur T der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur T in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder
  - die Temperatur T in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - die Temperatur T in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - ein zwischengespeicherter Wert dieser Werte oder
  - eine aus diesen Werten und/oder deren zwischengespeicherten Werten abgeleitete Größe

ist.

9. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 8, wobei

- mindestens ein Verteilungsparameter  $V_p$ 
  - einer der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  oder
  - eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  oder
  - eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  oder
  - die Betriebsspannung  $U_b$  der Regelschaltung 10 oder
  - der Temperatur T der Regelschaltung 10 oder
  - der Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 oder
  - der Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 oder
  - der Temperatur T in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder
  - der Temperatur T in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - der Temperatur T in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - ein zwischengespeicherter Wert der vorstehenden Werte oder
  - eine aus den vorstehenden Werten abgeleitete Größe oder
  - eine aus den zwischengespeicherten Werten der vorstehenden Werte abgeleitete Größe

ist.

10. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 9, wobei

- die Summe von mindesten zwei Ausgangsströmen  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  von
  - mindestens einer der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  und/oder
  - mindestens einer der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  und/oder
  - der Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  und/oder
  - der von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellten Betriebsspannung  $U_b$  und/oder
  - der Temperatur  $T$  der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur  $T$  eines Teils der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur  $T$  in der Nähe der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur  $T$  in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 und/oder
  - der Temperatur  $T$  in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  und/oder
  - der Temperatur  $T$  in einem Kühlmittels oder einem Kühlmediums in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  und/oder
  - einem zwischen gespeichertem Wert dieser Werte und/oder
  - einer aus den vorstehenden Werten abgeleiteten Größe und/oder
  - einer aus den zwischengespeicherten Werten der vorstehenden Werte abgeleiteten Größe

abhängt.

11. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 10 und nach Ziffer 8, wobei

- mindestens eine der besagten Komponenten FD der Ziffer 8 die Funktion einer Fehlerüberwachung hat und mindestens ein Fehlersignal  $S_{stat}$  ausgibt oder auf Aufforderung ausgibt,
- das Fehlersignal  $S_{stat}$  einen Fehler signalisieren kann.

12. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 11 und nach Ziffer 11, wobei

- mindestens eine der besagten Komponenten FD des Anspruchs 11 mit dem Fehlersignal  $S_{stat\_ext}$  einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung oder einer weiteren nicht erfindungsgemäßen Vorrichtung verkettet werden kann, sodass die Vorrichtung das Fehlersignal  $S_{stat\_ext}$  der weiteren Vorrichtung als Fehler mittels des Fehlersignals  $S_{stat}$  ausgibt.

13. Vorrichtung nach Ziffer 12, wobei die Verkettung durch eine "wired-or"-Verknüpfung erfolgt.

14. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 11 bis 13, wobei mindestens einer der erkannten Fehler ein "Open-Fehler" oder ein Kurzschluss ist.

15. Vorrichtung nach Ziffer 14, wobei

- ein "Open-Fehler" erkannt wird, wenn mindestens ein Ausgangsstrom  $I_3$ ,  $I_4$  kleiner als 10% oder 20% oder 30% oder 40% oder 50% eines Soll- oder Erwartungswertes ist oder
- ein Kurzschluss erkannt wird, wenn die Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  an mindestens einem der Ausgänge 3, 4 der Regelschaltung 10 kleiner als ein Sollwert ist.

16. Vorrichtung nach Ziffer 15, wobei

- ein Kurzschluss erkannt wird, wenn mindestens eine Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  an mindestens einem der Ausgänge 3, 4 der Regelschaltung 10 kleiner als 0,5V oder 0,1V oder 1,5V ist und
- mindestens einer der Verbraucher eine LED oder eine Zusammenschaltung von LEDs ist und
- einer der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 direkt mit einem ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 verbunden ist.

17. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 11 bis 16, wobei im Falle eines Fehlers die Energieversorgung zumindest eines Verbrauchers in Form der durch die Regelschaltung an diesen abgegebenen Energie reduziert

oder eingestellt wird.

18. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 11 bis 17, wobei eine Selbstdiagnose in Form einer Fehlererkennung durch mindestens eine Komponente FD zumindest für einen möglichen Fehler nur zu bestimmten Zeiten und nicht kontinuierlich erfolgt.

19. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 18, wobei

- mindestens ein Verbraucher 11
  - eine LED oder
  - mindestens teilweise eine Serienschaltung von LEDs 11, 11\_1, 11\_2, 11\_3 oder
- mindestens teilweise eine Parallelschaltung von LEDs ist.

20. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 19, wobei

- zumindest ein Ausgangsstrom  $I_4$ ,  $I_8$  eines Ausgangs 4, 8 der Regelschaltung 10 von der Betriebsspannung  $U_b$  abhängt, wobei auch Betriebsspannungsbereiche D umfasst sind, in den keine korrekte Funktion mehr erfolgt, und
- dieser Ausgangsstrom  $I_4$ ,  $I_8$  in zumindest einem Betriebsspannungsbereich C, C1, C2 konstant ist.

21. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 20, wobei

- zumindest eine Stromsumme  $I_3+I_4$  von mindestens zwei Ausgangsströmen  $I_4$ ,  $I_3$  zweier zugehöriger Ausgänge 3, 4 der Regelschaltung 10 von der Betriebsspannung  $U_b$  abhängt, wobei auch Betriebsspannungsbereiche D umfasst sind, in den keine korrekte Funktion mehr erfolgt, und
- diese Stromsumme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  und/oder die Verbraucherverlustleistung  $P_{LED}$  in zumindest einem Betriebsspannungsbereich B, C, C1, C2 konstant ist und
- zumindest einer der Ströme  $I_4$  in zumindest einem der Spannungsbereich B nicht konstant ist in dem die Stromsumme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  und/oder die Verbraucherverlustleistung  $P_{LED}$  konstant ist.

22. Vorrichtung zur geregelten Versorgung mindestens zweier Verbraucher 11\_1, 11\_2 mit elektrischer Energie,

- wobei die Vorrichtung mindestens zwei Regelschaltungen 10\_1, 10\_2 nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 21 umfasst und
- wobei mindestens ein Teil dieser mindestens zwei Regelschaltungen 10\_1, 10\_2 je mindestens einen der Verbraucher 11\_1, 11\_2 mit elektrischer Energie versorgt und
- wobei dieser jeweilige Verbraucher 11\_1, 11\_2 nicht durch eine der anderen Regelschaltungen 10\_1, 10\_2 ebenfalls mit Energie versorgt wird.

23. Vorrichtung nach Ziffer 22, wobei die Referenzströme  $I_{ref\_ext}$  für die Stromquellen von mindestens zwei der Regelschaltungen 10\_1, 10\_2 der Vorrichtung separat durch je ein externes Referenzsignal oder durch Programmierung eingestellt werden können.

24. Vorrichtung bestehend aus mindestens zwei oder drei Teilvorrichtungen 10\_1, 10\_2, 10\_3 nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 23

- wobei jede Teilvorrichtung je eine LED-Kette 11\_1, 11\_2, 11\_3 oder je eine andere Verschaltung lichterzeugender Bauteile mit elektrischer Energie versorgt und
- wobei die LED-Ketten 11\_1, 11\_2, 11\_3 oder anderen Verschaltungen lichterzeugender Bauteile mindestens einen räumlichen Bereich gemeinsam beleuchten und
- wobei die LED-Ketten 11\_1, 11\_2, 11\_3 oder anderen Verschaltungen lichterzeugender Bauteile jeweils in einer anderen Farbe oder Schwerpunktwellenlänge strahlen und
- wobei die Vorrichtung zumindest einen Farb-Sensor MF aufweist und
- wobei zumindest dieser Farb-Sensor MF mindestens einen Messwert für die Farbe zumindest eines Teils des aus dem beleuchteten Bereich zurückgestreuten Lichts und/oder des Lichts der LED-Ketten oder der anderen besagten lichterzeugenden Bauteile liefert und

- wobei die jeweiligen Summenströme  $I_3+I_4$  der jeweiligen Teilvorrichtungen in Abhängigkeit von dem mindestens einen Messwert des Farb-Sensors MF und mindestens einem zugehörigen Sollwert eingestellt werden.

25. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 24

- wobei mindestens ein externer Widerstand  $R_3, R_4, R_8, R_{4\_1}, R_{4\_2}, R_{4\_3}$  in einer räumlichen Entfernung von der Regelschaltung 10 montiert oder thermisch sonst wie isoliert ist,
- sodass bei Erreichen der maximalen Betriebstemperatur  $T_R$  des betreffenden externen Widerstands  $R_3, R_4, R_8, R_{4\_1}, R_{4\_2}, R_{4\_3}$  die Temperatur der Regelschaltung 10 um nicht mehr als  $10^\circ\text{C}$  oder nicht mehr als  $20^\circ\text{C}$  oder nicht mehr als  $40^\circ\text{C}$  oder nicht mehr als  $80^\circ\text{C}$  erhöht wird.

26. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 25, wobei mindestens ein externer Widerstand  $R_3, R_4, R_8, R_{4\_1}, R_{4\_2}, R_{4\_3}$  in zumindest einem spezifikationskonformen Betriebszustand der Regelschaltung 10 eine Temperatur von  $T_R$  größer als  $150^\circ\text{C}$  oder größer als  $200^\circ\text{C}$  oder größer als  $250^\circ\text{C}$  oder größer als  $350^\circ\text{C}$  oder größer als  $450^\circ\text{C}$  erreicht.

27. Regelschaltung 10 zur Verwendung in einer Vorrichtung in einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 26

- wobei die Regelschaltung mindestens zwei Stromquellen IS3, IS4, IS8 umfasst und
- die Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  an den Ausgängen 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 einem als Sollwert  $I_{\text{sum}}$  vorgegebenen Summenstrom  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  entspricht und
- die strombetragsmäßige Verteilung der Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  auf die Ausgangsströme  $I_3, I_4, I_8$  der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 von mindestens einem Regelparameter, d. h. einem Verteilungsparameter  $V_p$ , abhängig ist, der in der Regelschaltung 10 ermittelt wird oder von außen über eine analoge oder digitale Schnittstelle ST oder ein anderes Signal PWM vorgegeben wird.

28. Verfahren zur geregelten Versorgung eines Verbrauchers 11 mit elektrischer Energie durch eine Regelschaltung 10, wobei

- die Regelschaltung 10 über mindestens vier Anschlüsse 1, 2, 3, 4, 8 verfügt,
- der Verbraucher 11 über mindestens zwei Versorgungsanschlüsse verfügt 5, 6,
- die Regelschaltung 10 über mindestens über zwei ihrer Anschlüsse 1, 2 aus einer geregelten oder ungeregelten Energiequelle 7 mit elektrischer Energie versorgt wird,
- mindestens ein Ausgang 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 über einen externen Widerstand  $R_3, R_4, R_8$  mit mindestens einem ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 elektrisch verbunden ist,
- ein anderer Ausgang 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 über einen externen Widerstand  $R_3, R_4, R_8$  oder direkt mit dem besagten ersten Anschluss 5 des Verbrauchers 11 elektrisch verbunden ist,
- der Verbraucher 11 mit zumindest einem weiteren zweiten Anschluss 6 mit der Energiequelle 7 oder einem weiteren Anschluss 2 der Regelschaltung 10 elektrisch verbunden ist,
- bei dem Vorhandensein mindestens zweier externer Widerstände  $R_3, R_4, R_8$  diese unterschiedliche Werte haben,
- die Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  an den Ausgängen 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 einem als Sollwert  $I_{\text{sum}}$  vorgegebenen Summenstrom  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  entspricht und
- die strombetragsmäßige Verteilung der Summe der Ausgangsströme  $I_3+I_4, I_3+I_4+I_8$  auf die Ausgangsströme  $I_3, I_4, I_8$  der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 von mindestens einem Regelparameter, d. h. einem Verteilungsparameter  $V_p$ , abhängig ist, der in der Regelschaltung 10 ermittelt wird oder von außen über eine analoge oder digitale Schnittstelle ST oder ein anderes Signal PWM vorgegeben wird.

29. Verfahren nach Ziffer 24, wobei die Regelung mit Hilfe von mindestens zwei realen Stromquellen mit endlichen Innenwiderständen erfolgt, die die Ausgangsströme  $I_3, I_4, I_5$  liefern.

30. Verfahren nach Ziffer 24 oder 29, wobei zumindest zeitweise mindestens ein Ausgangsstrom  $I_3, I_4, I_8$  gemessen wird.

31. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 30, wobei mindestens eine Ausgangsspannung  $U_3, U_4, U_8$  zumindest zeitweise an einem der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 gemessen wird.

32. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 31, wobei mindestens eine Versorgungsspannung  $U_b$

einer Regelschaltung 10 gemessen wird.

33. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 32, wobei mindestens eine Ausgangsleistung  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  zumindest zeitweise an einem der Ausgänge 3, 4, 8 der Regelschaltung 10 gemessen wird.

34. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 33, wobei

- mindestens eine Temperatur  $T$  zumindest zeitweise
  - in der Regelschaltung 10 selbst oder
  - in Teilen der Regelschaltung 10 oder
  - in der Nähe der Regelschaltung 10 oder
  - in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder
  - in der Nähe eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - in einem Kühlmittels oder einem Kühlmediums in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$

gemessen wird.

35. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 30 bis 34

- wobei mindesten einer der gemessenen Werte oder mindestens einer der zwischengespeicherten Werte oder mindestens einer aus diesen abgeleiteten Werte (besagte Werte) mit mindestens einem Sollwert verglichen wird,
- wobei der Vergleich dadurch erfolgt, dass festgestellt wird ob der besagte Wert kleiner als der Sollwert oder größer als der Sollwert oder auch optional gleich dem Sollwert ist, wobei gleich bedeutet, dass der besagte Wert innerhalb eines Toleranzbands um den Sollwert liegt und ein besagter Wert, der innerhalb dieses Toleranzbandes liegt nicht als größer oder kleiner im Rahmen des besagten Vergleichs bewertet wird,
- wobei mindestens einer der besagten Werte
  - einer der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  oder
  - eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  oder
  - eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  oder
  - die von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellten Betriebsspannung  $U_b$  oder
  - die Temperatur  $T$  der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur  $T$  eines Teils der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur  $T$  in der Nähe der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur  $T$  in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder
  - die Temperatur  $T$  in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - die Temperatur  $T$  in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
  - ein zwischengespeicherter Wert dieser Werte oder
  - eine aus diesen Werten und/oder deren zwischengespeicherten Werten abgeleitete Größe

ist.

36. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 35, wobei

- mindestens ein Verteilungsparameter  $V_p$ 
  - einer der Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  oder
  - eine der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  oder
  - eine der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsströme  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  oder
  - die Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  oder
  - die von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellten Betriebsspannung  $U_b$  oder
  - die Temperatur  $T$  der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur  $T$  eines Teils der Regelschaltung 10 oder
  - die Temperatur  $T$  in der Nähe der Regelschaltung 10 oder

- die Temperatur T in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 oder
- die Temperatur T in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
- die Temperatur T in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  oder
- ein zwischen gespeicherter Wert der vorstehenden Werte oder
- eine aus diesen vorstehenden Werten abgeleitete Größe oder
- eine aus zwischengespeicherten Werten der vorstehenden Werte abgeleitete Größe

ist.

37. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 36, wobei

- die Summe von mindesten zwei Ausgangsströmen  $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$  in Abhängigkeit von
  - mindestens einer der Ausgangsspannungen  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  und/oder
  - mindestens einer der Ausgangsleistungen  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$  und/oder
  - der Summe aller oder eines Teils der Ausgangsleistungen  $P_3 + P_4$ ,  $P_3 + P_4 + P_8$  und/oder
  - der von der Energiequelle 7 zur Verfügung gestellten Betriebsspannung  $U_b$  und/oder
  - der Temperatur T der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur T eines Teils der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur T in der Nähe der Regelschaltung 10 und/oder
  - der Temperatur T in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 und/oder
  - der Temperatur in der Nähe zumindest eines externen Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  und/oder
  - der Temperatur T in einem Kühlmittel oder einem Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$  und/oder
  - einem zwischengespeichertem Wert dieser Werte und/oder
  - einer aus den vorstehenden Werten abgeleiteten Größe und/oder
  - einer von deren zwischengespeicherten den vorstehenden Werten abgeleiteten Größe

geregelt wird.

38. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 37 und nach Ziffer 35, wobei

- durch den Vergleich eines Messwertes mit einem Sollwert entsprechend Ziffer 35 eine Fehlerüberwachung und/oder Fehlererkennung durchgeführt wird und
- wobei mindestens ein Fehlersignal  $S_{\text{stat}}$  erzeugt wird, das zur Signalisierung eines Fehlers dient, wenn dieser durch den besagten Vergleich festgestellt wird.

39. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 38 und nach Ziffer 38, wobei

- mindestens ein externes Fehlersignal  $S_{\text{stat\_ext}}$  empfangen wird und
- auch dann ein Fehlersignal  $S_{\text{stat}}$ , das zur Signalisierung eines Fehlers dient, erzeugt wird, also ein Fehler signalisiert wird, wenn mindestens ein empfangenes externes Fehlersignal  $S_{\text{stat\_ext}}$  einen anderen Fehler signalisiert.

40. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 38 bis 39, wobei mindestens einer der erkannten Fehler ein "Open-Fehler" oder ein Kurzschluss ist.

41. Verfahren nach Ziffer 40, wobei

- ein "Open-Fehler" erkannt wird, wenn mindestens ein gemessener Ausgangsstrom  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  kleiner als 10% oder 20% oder 30% oder 40% oder 50% eines Soll- oder Erwartungswertes ist oder
- ein Kurzschluss erkannt wird, wenn mindesten eine gemessene Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  kleiner als ein Sollwert ist.

42. Verfahren nach Ziffer 41, wobei ein Kurzschluss erkannt wird, wenn mindestens eine Ausgangsspannung  $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$  kleiner als 0,5V oder 0,1V oder 1,5V ist

43. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 38 bis 42, wobei im Falle eines Fehlers die Energieversorgung

zumindest eines Verbrauchers in Form der durch die Regelschaltung an diesen abgegebenen Energie reduziert oder eingestellt wird.

44. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 38 bis 43, wobei eine Selbstdiagnose in Form einer Fehlererkennung zumindest für einen möglichen Fehler nur zu bestimmten Zeiten und nicht kontinuierlich erfolgt.

45. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 44, wobei zumindest ein Ausgangsstrom  $I_4$  in zumindest einem Betriebsspannungsbereich C konstant ausgeregelt wird.

46. Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 45, wobei

- zumindest eine Stromsumme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  von mindestens zwei Ausgangsströmen  $I_4$ ,  $I_3$ ,  $I_8$  in zumindest einem Betriebsspannungsbereich B, C, C1, C2 konstant gehalten wird und
- zumindest einer der Ströme  $I_4$  in zumindest einem der Betriebsspannungsbereiche B nicht konstant ausgeregelt wird in dem die besagte Stromsumme  $I_3+I_4$ ,  $I_3+I_4+I_8$  von mindestens zwei Ausgangsströmen  $I_4$ ,  $I_3$ ,  $I_8$  konstant gehalten wird,
- wobei der letztere Betriebsspannungsbereich B ein Teil des zuerst genannten Betriebsspannungsbereiches B, C, C1, C2 ist oder mit diesem gleich ist.

47. Verfahren zur geregelten Versorgung mindestens zweier Verbraucher 11\_1, 11\_2, 11\_3 mit elektrischer Energie, wobei mindestens ein Teil dieser der Verbraucher 11\_1, 11\_2, 11\_3 jeweils mittels eines Verfahren nach einer oder mehreren der Ziffern 24 bis 46 mit elektrischer Energie versorgt wird.

48. Verfahren nach Ziffer 47, wobei mindestens zwei Ausgangsströme  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$  durch je ein externes Referenzsignal  $I_{ref\_ext\_1}$ ,  $I_{ref\_ext\_2}$ ,  $I_{ref\_ext\_3}$  oder durch Programmierung eingestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

Bezugszeichen	Beschreibung
1	Versorgungsspannungsanschluss der erfindungsgemäßen Regelschaltung 10
2	Masseanschluss der erfindungsgemäßen Regelschaltung 10 (Bezugspotenzial)
3	Erster Ausgang der Regelschaltung 10
3_1	Erster Ausgang der Regelschaltung 10_1 für rot
3_2	Erster Ausgang der Regelschaltung 10_2 für grün
3_3	Erster Ausgang der Regelschaltung 10_3 für blau
4	Zweiter Ausgang der Regelschaltung 10
4_1	Zweiter Ausgang der Regelschaltung 10_1 für rot
4_2	Zweiter Ausgang der Regelschaltung 10_2 für grün
4_3	Zweiter Ausgang der Regelschaltung 10_3 für blau
5	Erster Anschluss des Verbrauchers 11
5_1	Erster Anschluss der roten LED Kette 11_1
5_2	Erster Anschluss der grünen LED Kette 11_2
5_3	Erster Anschluss der blauen LED Kette 11_3
6	Zweiter Anschluss des Verbrauchers 11
6_1	Zweiter Anschluss der roten LED Kette 11_1
6_2	Zweiter Anschluss der grün LED Kette 11_2
6_3	Zweiter Anschluss der blau LED Kette 11_3
7	Energiequelle



# EP 2 844 035 A1

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Beschreibung
8	Dritter Ausgang der Regelschaltung 10
9	Vierter Ausgang der Regelschaltung 10
10	Regelschaltung
10_1	Regelschaltung der roten LED-Kette 11_1
10_2	Regelschaltung der grünen LED-Kette 11_2
10_3	Regelschaltung der blauen LED-Kette 11_3
11	Verbraucher. Der Verbraucher kann auch ein Netzwerk von Verbrauchern sein. Insbesondere kann es sich um eine LED oder eine Serien- oder Parallelschaltung von LEDs handeln.
11_1	Rote LED-Kette als Verbraucher 11
11_2	Grüne LED-Kette als Verbraucher 11
11_3	Blaue LED-Kette als Verbraucher 11
12	Zweite Regelschaltung
13	Zweiter Verbraucher
A	Erster Betriebsspannungsbereich
ADC	Analog-zu-Digital-Converter
B	Zweiter Betriebsspannungsbereich
C	Dritter Betriebsspannungsbereich
C1	Erste Hälfte des dritten Betriebsspannungsbereiches, in dem an einem der externen Widerstände $R_4$ , $R_8$ die Leistung konstant ist.
C2	Zweite Hälfte des dritten Betriebsspannungsbereiches, in dem an beiden externen Widerständen $R_4$ , $R_8$ die Leistung konstant ist.
CTR	Controller zur Steuerung der Regelschaltung 10
D	Vierter Betriebsspannungsbereich
FD	Fehler-Detektion. Die Fehler-Detektion erhält Messwerte von den verschiedenen Messinstrumenten und die Fehlersignale $S_{stat\_ext}$ der externen Signalisierer. Daraus ermittelt die Fehler-Detektion den Zustand des Systems. Bei Vorliegen eines Fehlers wird dieser erkannt und das System in einen sichereren Betriebszustand gebracht. Die Fehler-Detektion setzt sich dabei gegen andere Regler und Vorgaben in der Regel durch. Die Fehler-Detektion signalisiert nach außen einen fehlerhaften Zustand über das Fehlersignal $S_{stat}$ .
FR	Farbregelung Die Farbregelung erhält von mindestens einem Farbensensor MF mindestens einen Messwert und erzeugt daraus Soll-Werte für die verschiedenen Regelschaltungen 10_1, 10_2, 10_3
$I_3$	Ausgangsstrom des ersten Ausgangs 3 der Regelschaltung 10
$I_4$	Ausgangsstrom des zweiten Ausgangs 4 der Regelschaltung 10
$I_8$	Ausgangsstrom des dritten Ausgangs 8 der Regelschaltung 10
$(I_3+I_4)$	Summe der Ausgangsströme und zwar des Ausgangsstroms $I_4$ des zweiten Ausgangs 4 und des Ausgangsstroms $I_3$ des ersten Ausgangs 3
$(I_3+I_4+I_8)$	Summe der Ausgangsströme und zwar des Ausgangsstroms $I_8$ des dritten Ausgangs 8 und des Ausgangsstroms $I_4$ des zweiten Ausgangs 4 und des Ausgangsstroms $I_3$ des ersten Ausgangs 3. Diese Stromsumme wird bei drei Stromquellen $IS_3$ , $IS_4$ , $IS_8$ verwendet. Bei mehr Stromquellen wird die Summe entsprechend erweitert.
intRef	Interne Referenzen

(fortgesetzt)

	Bezugszeichen	Beschreibung
5	$I_{\text{ref\_int}}$	Interner Referenzstrom für die Vorgabe der Stromsumme $I_3+I_4$ , $I_3+I_4+I_8$ .
	$IS_3$	Erste geregelte Stromquelle, die den Strom $I_3$ liefert.
	$IS_4$	Zweite geregelte Stromquelle, die den Strom $I_4$ liefert.
	$IS_8$	Dritte geregelte Stromquelle, die den Strom $I_8$ liefert.
10	$I_{\text{sum}}$	Sollwert für die Stromsumme $I_3+I_4$ , $I_3+I_4+I_8$ .
	$I_{\text{ref\_ext}}$	Externer Referenzstrom
	LED	Leuchtdiode
15	MF	Farb-Sensor
	$MI_3$	Erste Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes $I_3$
	$MI_4$	Zweite Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes $I_4$
	$MI_8$	Dritte Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes $I_8$
20	$MU_3$	Erste Spannungsmessvorrichtung für die Messung der Spannung zwischen dem ersten Ausgang 3 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
	$MU_4$	Zweite Spannungsmessvorrichtung für die Messung der Spannung zwischen dem zweiten Ausgang 4 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
25	$MU_8$	Dritte Spannungsmessvorrichtung für die Messung der Spannung zwischen dem dritten Ausgang 8 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
30	$MP_3$	Erste Leistungsmessvorrichtung für die Messung der abgegebenen Leistung an dem Tor bestehend zwischen dem ersten Ausgang 3 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
	$MP_4$	Zweite Leistungsmessvorrichtung für die Messung der abgegebenen Leistung an dem Tor bestehend zwischen dem zweiten Ausgang 4 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
35	$MP_8$	Dritte Leistungsmessvorrichtung für die Messung der abgegebenen Leistung an dem Tor bestehend zwischen dem dritten Ausgang 8 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
40	MT	Temperaturmessvorrichtung, die die Temperatur beispielsweise in der Regelschaltung 10 selbst und/oder in Teilen der Regelschaltung 10 und/oder in der Nähe der Regelschaltung 10 und/oder in der Nähe zumindest eines Verbrauchers 11 und/oder in der Nähe eines externen Widerstands $R_3$ , $R_4$ , $R_8$ misst.
	$MU_b$	Betriebsspannungsmessvorrichtung für die Messung der Betriebsspannung $U_b$
45	$P_3$	Leistung, die durch die Regelschaltung 10 über den ersten Ausgang 3 abgegeben wird.
	$P_4$	Leistung, die durch die Regelschaltung 10 über den zweiten Ausgang 4 abgegeben wird.
	$P_8$	Leistung, die durch die Regelschaltung 10 über den dritten Ausgang 8 abgegeben wird.
	$P_3+P_4$	Summe der Ausgangsleistungen des ersten Ausgangs $P_3$ und des zweiten Ausgangs $P_4$
50	$P_3+P_4+P_8$	Summe der Ausgangsleistungen des ersten Ausgangs $P_3$ und des zweiten Ausgangs $P_4$ und des dritten Ausgangs $P_8$
	$P_{10}$	Leistungsverlust in der Regelschaltung 10
	$P_{\text{LED}}$	Verlustleistung der LEDs (des Verbrauchers 11), Verbraucherverlustleistung
55	$P_{R4}$	Verlustleistung des zweiten externen Widerstands $R_4$
	$P_{R8}$	Verlustleistung des dritten externen Widerstands $R_8$
	PWM	PulsweitenModulation

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Beschreibung
R <sub>3</sub>	Erster externer Widerstand
R <sub>4</sub>	Zweiter externer Widerstand
R <sub>4_1</sub>	Zweiter externer Widerstand der roten LED-Kette 11_1
R <sub>4_2</sub>	Zweiter externer Widerstand der grünen LED-Kette 11_2
R <sub>4_3</sub>	Zweiter externer Widerstand der blauen LED-Kette 11_3
R <sub>8</sub>	Dritter externer Widerstand
RefG	Referenzerzeugung aus den externen Referenzströmen I <sub>ref_ext_1</sub> , I <sub>ref_ext_2</sub> , I <sub>ref_ext_3</sub> . Die Ströme werden dabei über die Widerstände R <sub>ref_1</sub> , R <sub>ref_2</sub> , R <sub>ref_3</sub> , eingestellt. Die Ströme können zur Grundeinstellung der Teilvorrichtungen 10_1, 10_2, 10_3 mittels des Blocks RefG verwendet werden.
RG	Regler
R <sub>ref</sub>	Referenzwiderstand
S <sub>stat</sub>	Fehlersignal
S <sub>stat_ext</sub>	Externes Fehlersignal (ein Eingangssignal der Regelschaltung 10)
ST	Datenschnittstelle
SUP	Versorgung der Regelschaltung 10 aus der Betriebsspannungsversorgung U <sub>b</sub>
T	Temperatur. Hier handelt es sich um ein Zeichen für eine oder mehrere der folgenden Temperaturen: die Temperatur T der Regelschaltung 10 die Temperatur eines Teils der Regelschaltung 10 die Temperatur in der Nähe der Regelschaltung 10 die Temperatur in der Nähe eines Verbrauchers 11 die Temperatur in der Nähe eines Widerstands R <sub>3</sub> , R <sub>4</sub>
T <sub>R</sub>	Temperatur eines externen Widerstands R <sub>3</sub> , R <sub>4</sub> , R <sub>4_3</sub> , R <sub>4_2</sub> , R <sub>4_1</sub> , R <sub>8</sub>
U <sub>3</sub>	Erste Ausgangsspannung, Spannung zwischen erstem Ausgang 3 und Masseanschluss 2
U <sub>4</sub>	Zweite Ausgangsspannung, Spannung zwischen zweitem Ausgang 4 und Masseanschluss 2
U <sub>8</sub>	Dritte Ausgangsspannung, Spannung zwischen drittem Ausgang 8 und Masseanschluss 2
U <sub>b</sub>	Betriebsspannung. Dies ist die Spannung zwischen dem Versorgungsspannungsanschluss 1 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung. Die Betriebsspannung wird von der Energieversorgung 7 bereitgestellt.
V <sub>p</sub>	Verteilungsparameter

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. zur Bereitstellung elektrischer Leistung für mindestens einen Verbraucher, mit

- einer als IC ausgeführten Regelschaltung (10) mit einem Eingang (1), über den der Regelschaltung (10) elektrische Energie zuführbar ist, und mindestens einem ersten Ausgang (3) und einem zweiten Ausgang (4), über die ein Verbraucher (11) von der Regelschaltung (10) mit elektrischer Energie versorgbar ist bzw. über die die Regelschaltung (10) elektrische Leistung für einen Verbraucher (11) zur Verfügung stellt,
- mindestens einem außerhalb des ICs angeordneten, externen Widerstand (R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>8</sub>) zur außerhalb des ICs erfolgenden Abgabe von potentieller elektrischer Verlustleistung, wobei einerseits der externe Widerstand (R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>8</sub>) mit dem zweiten Ausgang (4) der Regelschaltung (10) verbunden ist und andererseits an den externen

Widerstand ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) der Verbraucher (11) anschließbar ist,

- wobei der Sollwert der von der Regelschaltung (10) zu regelnden elektrischen Leistung des Verbrauchers (11) vorgebar ist und

- wobei die Aufteilung der elektrischen Energie für den Verbraucher (11) bzw. der für diesen zur Verfügung zu stellenden elektrischen Leistung auf die mindestens zwei Ausgänge ( $R_3$ ,  $R_4$ ) der Regelschaltung (10) von dieser in Abhängigkeit von mindestens einem Aufteilungsparameter ( $V_p$ ) steuerbar ist, der der Regelschaltung (10) zuführbar oder der in der Regelschaltung (10) ermittelbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem zweiten Ausgang (3, 4) und/oder mit mindestens einem weiteren Ausgang (3, 4) der Regelschaltung (10) ein bzw. jeweils ein weiterer externer Widerstand ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) verbunden ist, an den bzw. an die der Verbraucher anschließbar ist, wobei die Werte der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) gleich oder ungleich und/oder gruppenweise gleich oder von Gruppe zu Gruppe ungleich sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelschaltung (10) pro Ausgang (3, 4) ein Leistungsbereitstellungs- und

- Messmodul aufweist, das eine regelbare Strom- und/oder Spannungsquelle und eine Messeinheit aufweist, wobei die Messeinheit einen oder mehrere Parameter ermittelt, die zumindest eine bzw. die mehrere der nachfolgend genannten, elektrischen Größen repräsentiert/repräsentieren:

- Ausgangsströme, Ausgangsspannungen und Ausgangsleistungen an den Ausgängen (3, 4) der Regelschaltung (10) und
- Versorgungsspannung und Versorgungsstrom der Regelschaltung (10).

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, die zu regelnde elektrische Leistung des Verbrauchers (11) als ein Soll-Summenstrom vorgebar ist, auf den die Summe der über die Ausgänge (3, 4) fließenden Ausgangsströme regelbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Einheit (T), die zumindest zeitweise eine Temperatur erfasst, und zwar von zumindest einem Element aus der Gruppe der nachfolgend genannten Elemente:

- der Regelschaltung (10) oder einem Teil der Regelschaltung (10) oder benachbart zur Regelschaltung (10),
- des Verbrauchers (11) oder benachbart zum Verbraucher (11),
- mindestens einer der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) und in der Nähe mindestens eines der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) und
- ein Kühlmittel für mindestens einen der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ).

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Aufteilungsparameter ( $V_p$ ) eine der nachfolgend genannten Größen ist und/oder auf mindestens einer der nachfolgend genannten Größen basiert:

- mindestens einer der Ausgangsströme ( $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$ ), eine der Ausgangsspannungen ( $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$ ), eine der Ausgangsleistungen ( $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$ ),
- die Summe von mindestens zwei Ausgangsströmen ( $E_3$ ,  $E_4$ ,  $E_8$ ), Ausgangsspannungen ( $U_3$ ,  $U_4$ ,  $U_8$ ), Ausgangsleistungen ( $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_8$ ),
- die Betriebsspannung ( $U_b$ ) der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) der Regelschaltung (10), eines Teils der Regelschaltung (10) oder in der Nähe der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) eines Verbrauchers (11) oder eines Teils des Verbrauchers (11) oder in der Nähe des Verbrauchers (11),
- die Temperatur (T) mindestens eines externen Widerstandes ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) oder in der Nähe mindestens eines der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ),
- die Temperatur (T) eines Kühlmittels für mindestens einen der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ),
- ein zwischengespeicherter Wert mindestens einer der vorgenannten Größen,
- ein aus mindestens einer der vorgenannten Größen abgeleiteter, insbesondere zeitlich abgeleiteter Wert und
- ein aus einer Zwischenspeicherung mindestens einer der zuvor genannten Größen abgeleiteter, insbesondere

zeitlich abgeleiteter Wert.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der von der Regelschaltung (10) für den Verbraucher (11) zur Verfügung zu stellenden, geregelten Leistung abhängig ist von einer der nachfolgend genannten Größen:

- mindestens einer der Ausgangsströme ( $I_3, I_4, I_8$ ), eine der Ausgangsspannungen ( $U_3, U_4, U_8$ ), eine der Ausgangsleistungen ( $P_3, P_4, P_8$ ),
- die Summe von mindestens zwei Ausgangsströmen ( $E_3, E_4, E_8$ ), Ausgangsspannungen ( $U_3, U_4, U_8$ ), Ausgangsleistungen ( $P_3, P_4, P_8$ ),
- die Betriebsspannung ( $U_b$ ) der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) der Regelschaltung (10), eines Teils der Regelschaltung (10) oder in der Nähe der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) eines Verbrauchers (11) oder eines Teils des Verbrauchers (11) oder in der Nähe des Verbrauchers (11),
- die Temperatur (T) mindestens eines externen Widerstandes ( $R_3, R_4, R_8$ ) oder in der Nähe mindestens eines der externen Widerstände ( $R_3, R_4, R_8$ ),
- die Temperatur (T) eines Kühlmediums für mindestens einen der externen Widerstände ( $R_3, R_4, R_8$ ),
- ein zwischengespeicherter Wert mindestens einer der vorgenannten Größen,
- ein aus mindestens einer der vorgenannten Größen abgeleiteter, insbesondere zeitlich abgeleiteter Wert und
- ein aus einer Zwischenspeicherung mindestens einer der zuvor genannten Größen abgeleiteter, insbesondere zeitlich abgeleiteter Wert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Komponente (RG) vorgesehen ist, die mindestens einen Messwert, einen zwischengespeicherten Messwert oder einen aus einem dieser Messwerte abgeleiteten Wert mit mindestens einem Sollwert dahingehend vergleicht, ob der Messwert oder der abgeleitete Wert innerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereichs um den Sollwert liegt, wobei der mindestens eine Messwert oder abgeleitete Wert eine der nachfolgend genannten Größen ist oder auf dieser basiert:

- mindestens einer der Ausgangsströme ( $I_3, I_4, I_8$ ), eine der Ausgangsspannungen ( $U_3, U_4, U_8$ ), eine der Ausgangsleistungen ( $P_3, P_4, P_8$ ),
- die Summe von mindestens zwei Ausgangsströmen ( $E_3, E_4, E_8$ ), Ausgangsspannungen ( $U_3, U_4, U_8$ ), Ausgangsleistungen ( $P_3, P_4, P_8$ ),
- die Betriebsspannung ( $U_b$ ) der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) der Regelschaltung (10), eines Teils der Regelschaltung (10) oder in der Nähe der Regelschaltung (10),
- die Temperatur (T) eines Verbrauchers (11) oder eines Teils des Verbrauchers (11) oder in der Nähe des Verbrauchers (11),
- die Temperatur (T) mindestens eines externen Widerstandes ( $R_3, R_4, R_8$ ) oder in der Nähe mindestens eines der externen Widerstände ( $R_3, R_4, R_8$ ),
- die Temperatur (T) eines Kühlmediums für mindestens einen der externen Widerstände ( $R_3, R_4, R_8$ ),
- ein zwischengespeicherter Wert mindestens einer der vorgenannten Größen,
- ein aus mindestens einer der vorgenannten Größen abgeleiteter, insbesondere zeitlich abgeleiteter Wert und
- ein aus einer Zwischenspeicherung mindestens einer der zuvor genannten Größen abgeleiteter, insbesondere zeitlich abgeleiteter Wert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Komponenten eine Fehlerüberwachungskomponente (FD) mit der Funktion einer Fehlerüberwachung ist, die mindestens ein einen Fehler signalisierendes Fehlersignal ( $S_{\text{stat}}$ ) ausgibt oder auf eine Anforderung hin ausgibt, wobei der Fehler ein Kurzschluss oder eine Leitungs- bzw. Verbindungsunterbrechung sein kann.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Fehlerüberwachungskomponente (FD) mit einer Fehlerüberwachungskomponente (FD) einer anderen Vorrichtung zur Versorgung mindestens eines Verbrauchers mit elektrischer Energie bzw. Leistung und/oder mit einer anderen Vorrichtung mit anderer Funktion zur Ausgabe eines Fehlersignals ( $S_{\text{stat\_ext}}$ ) mindestens einer der genannten Vorrichtungen als Fehlersignal ( $S_{\text{stat}}$ ).

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des Ausgangsstroms ( $I_4$ ,  $I_8$ ) zumindest einer der Ausgänge (3, 4) der Regelschaltung (10) abhängig ist von einer Betriebsspannung ( $U_b$ ) an dem Eingang (1) der Regelschaltung (10) und dass der Ausgangsstrom ( $I_4$ ,  $I_8$ ) in zumindest einem Bereich (C, C1, C2) der Betriebsspannung ( $U_b$ ) konstant ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des Summenstroms ( $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$ ) aus den Ausgangsströmen ( $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$ ) mindestens zweier Ausgänge (3, 4) der Regelschaltung (10) abhängig ist von einer Betriebsspannung ( $U_b$ ) an dem Eingang (1) der Regelschaltung (10) und dass der Summenstrom ( $I_3 + I_4$ ,  $I_3 + I_4 + I_8$ ) und/oder die Verlustleistung ( $P_{LED}$ ) des mindestens einen Verbrauchers (11) in zumindest einem Bereich (B, C, C1, C2) der Betriebsspannung ( $U_b$ ) konstant ist, wobei in mindestens einem dieser Bereiche der Betriebsspannung ( $U_b$ ) zumindest einer der Ausgangsströme ( $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_8$ ) nicht konstant ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) derart thermisch entkoppelt von der Regelschaltung (10) ist, dass sich die Temperatur der Regelschaltung (10) und/oder zumindest eines Teils der Regelschaltung (10) um nicht mehr als 80 °C bzw. 40 °C bzw. 20°C bzw. 10°C erhöht, wenn der besagte mindestens eine externe Widerstand ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) seine maximal zulässige Betriebstemperatur ( $T_R$ ) erreicht.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem der zulässigen Betriebszustände der Regelschaltung (10) mindestens einer der externen Widerstände ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_8$ ) als seine zulässige Betriebstemperatur eine Temperatur ( $T_R$ ) größer als 150 °C bzw. 200 °C bzw. 250 °C bzw. 350 °C bzw. 450 °C erreicht.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Verbraucher (11) eine LED und/oder eine Gruppe von zumindest teilweise in Serie geschalteten LEDs und/oder eine Gruppe von zumindest teilweise parallel geschalteten LEDs ist.

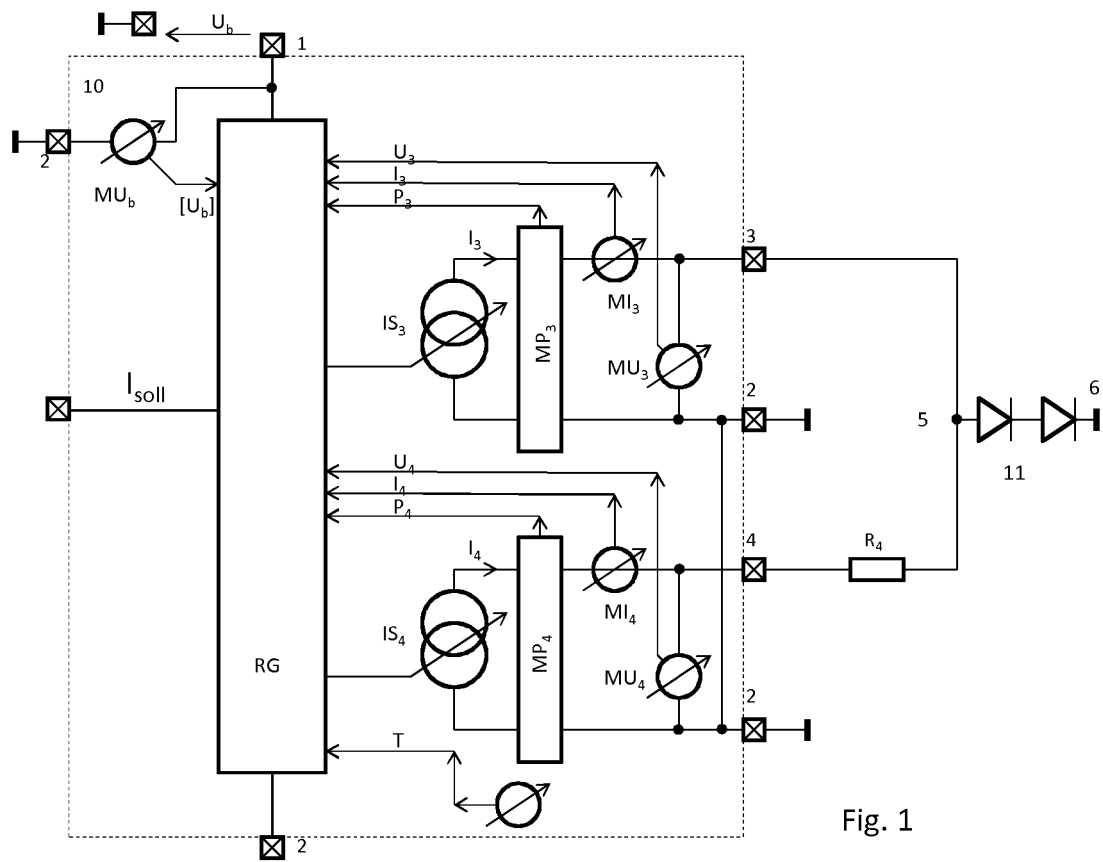


Fig. 1

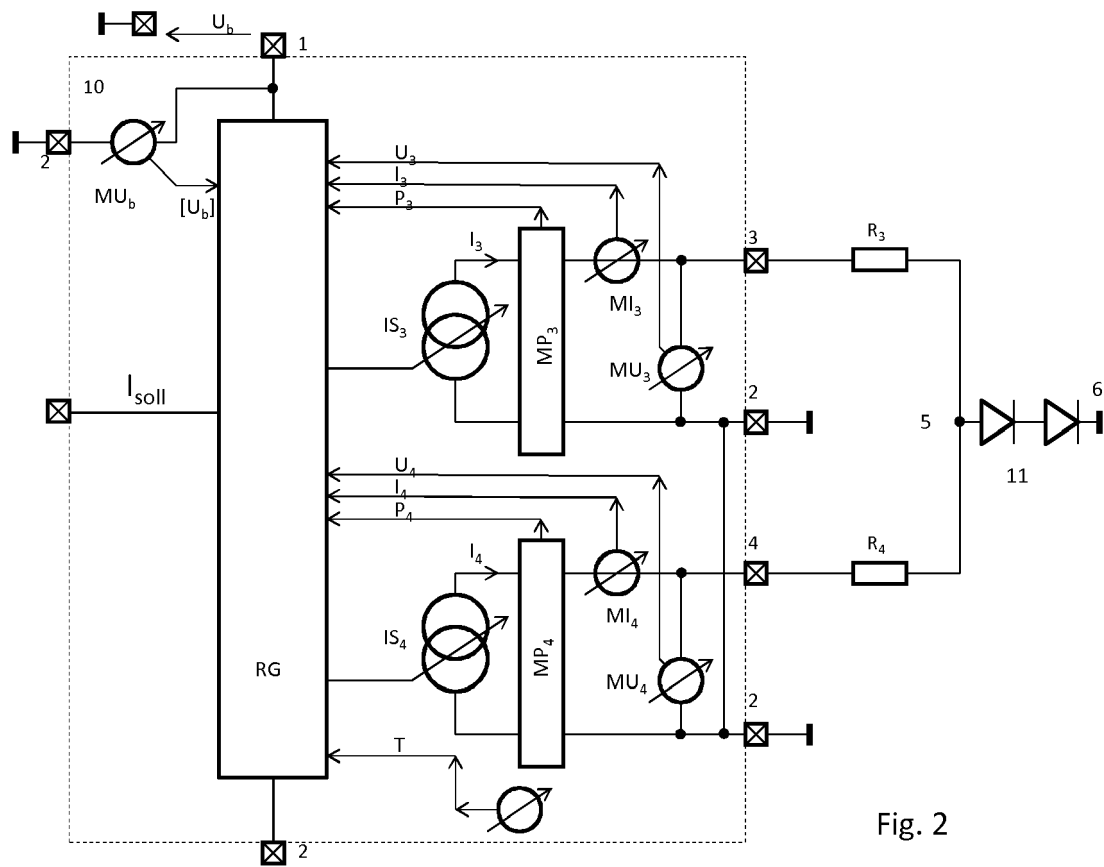


Fig. 2



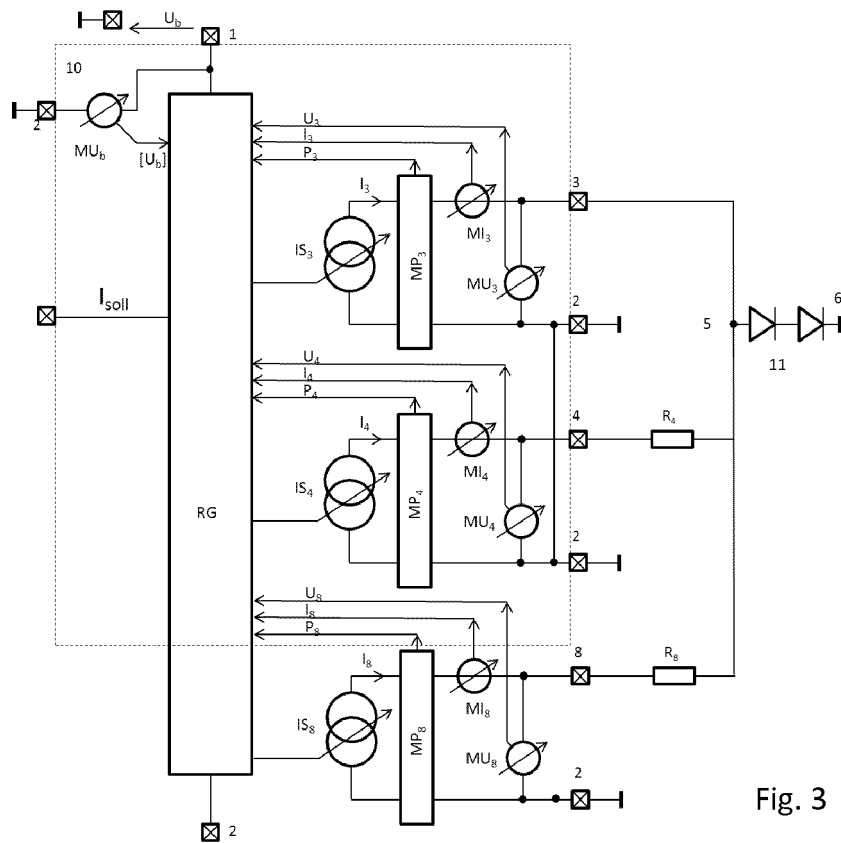


Fig. 3

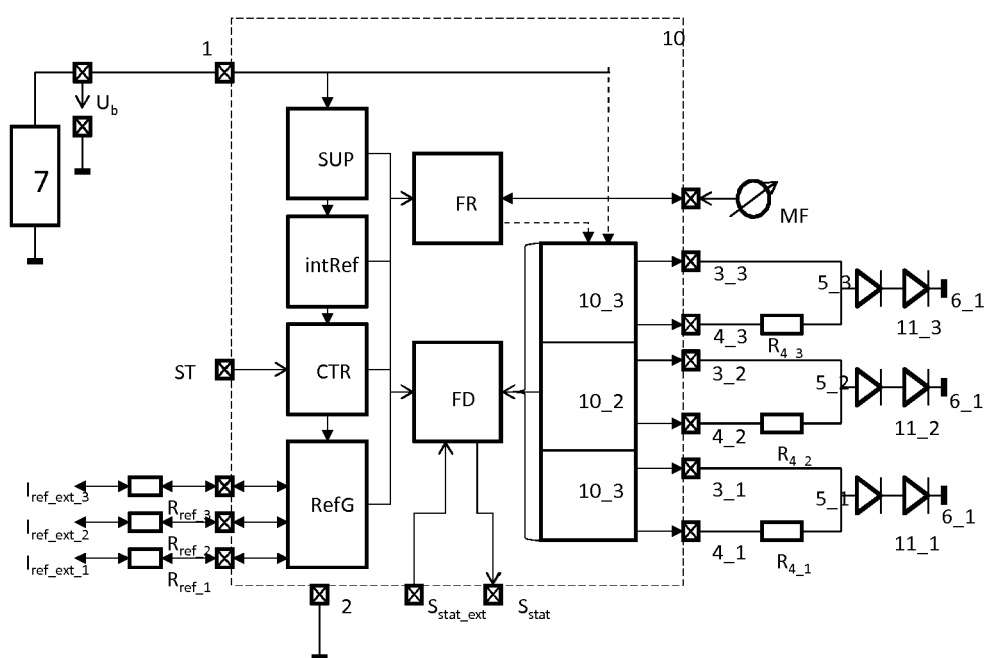


Fig. 4

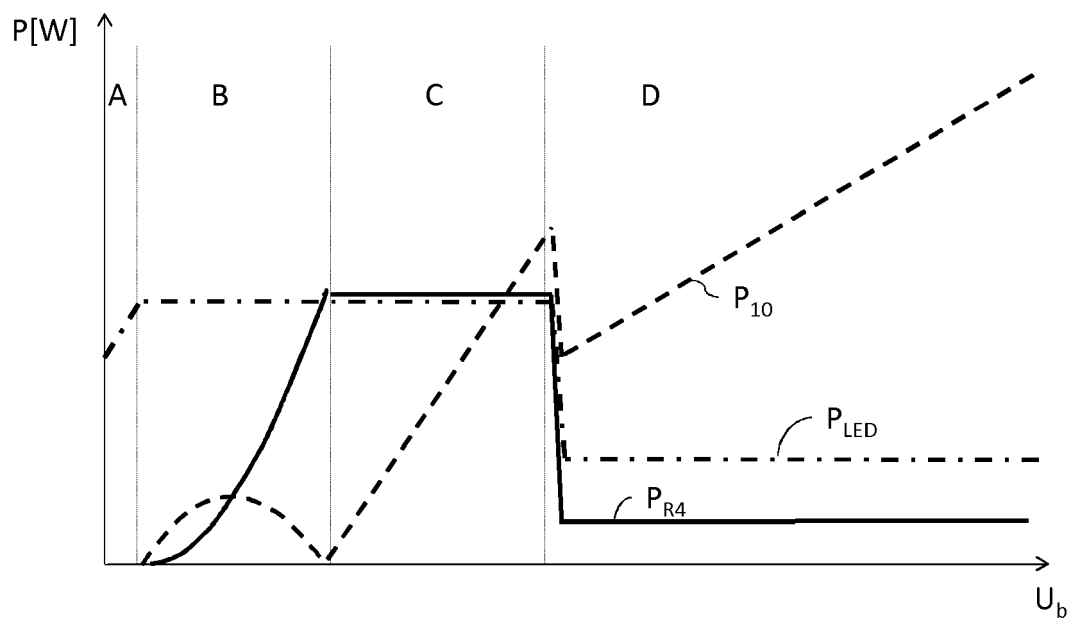


Fig. 5

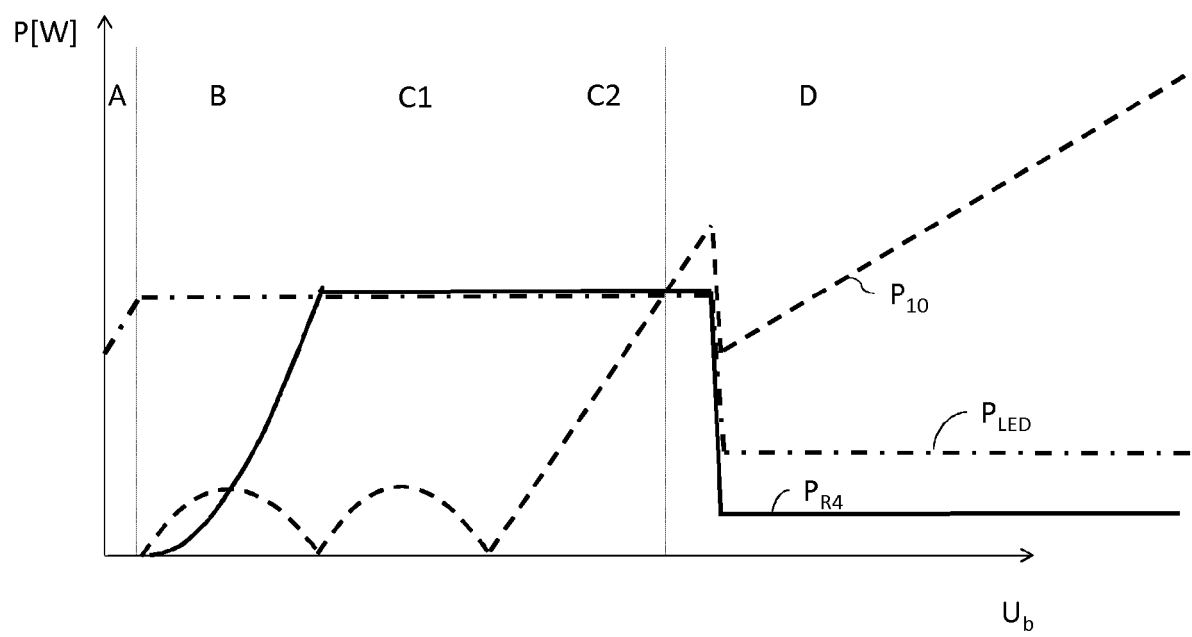


Fig. 6

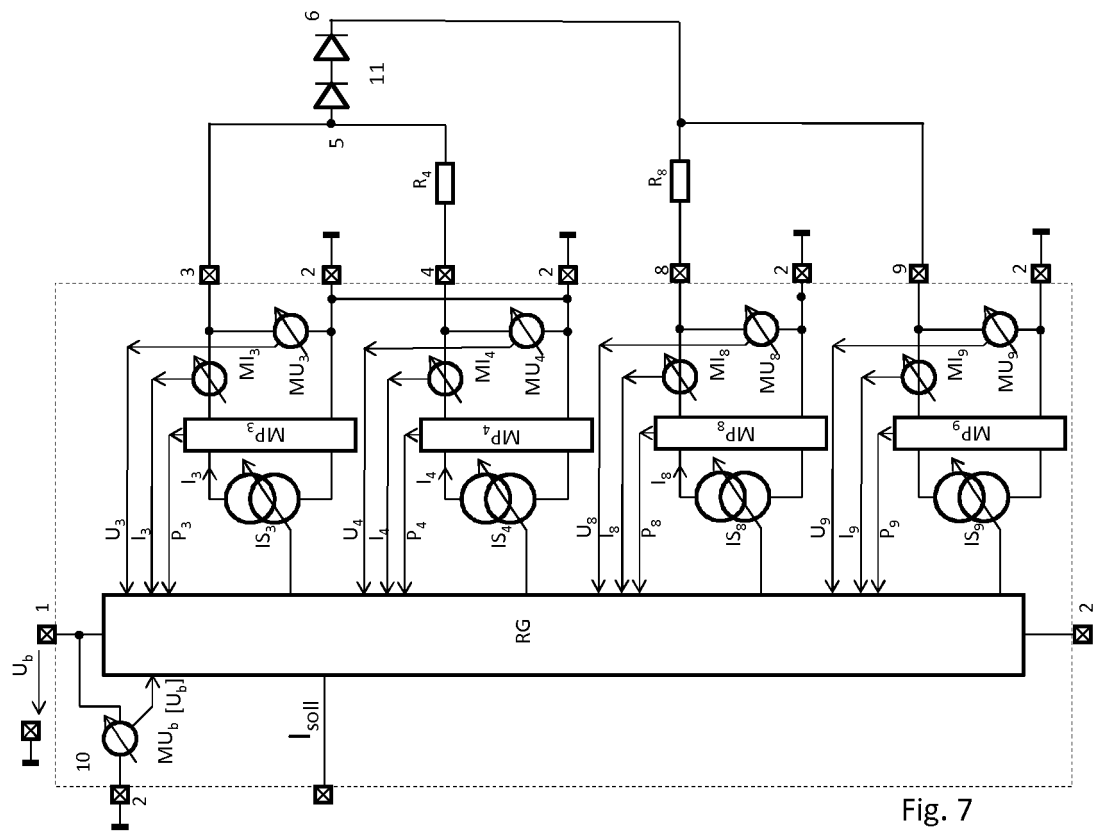


Fig. 7

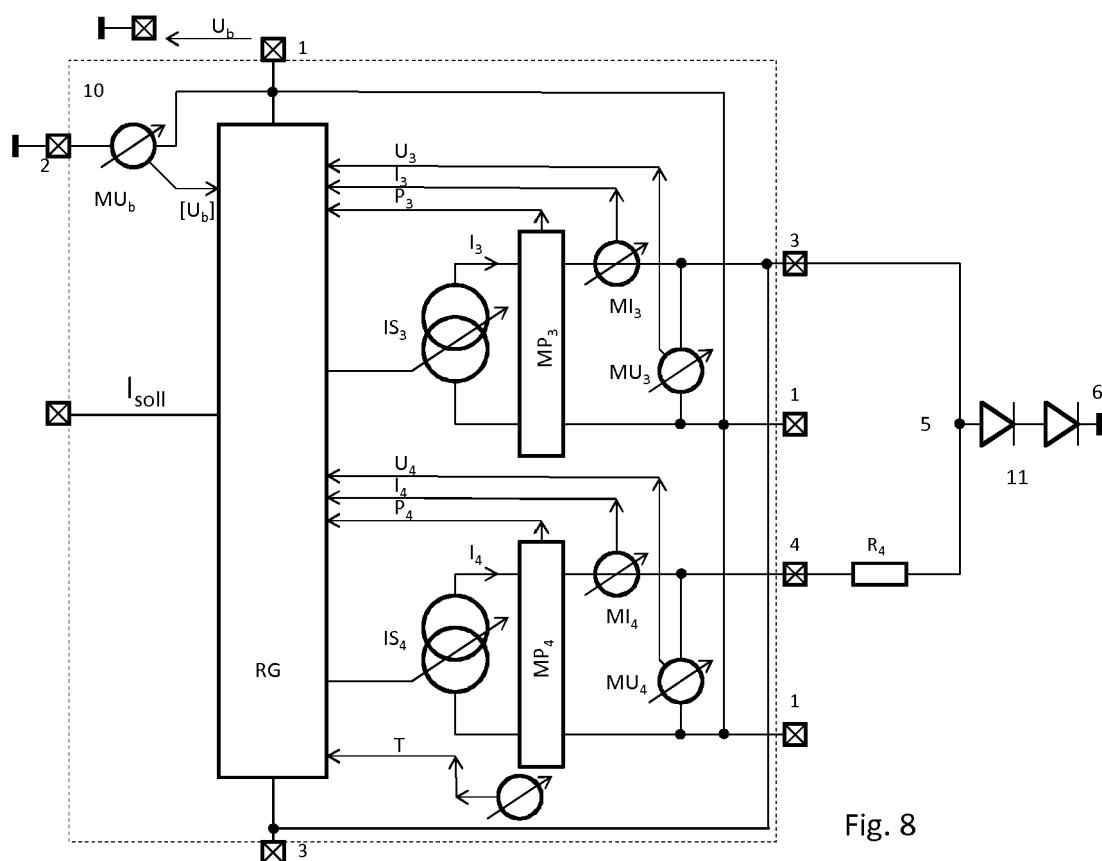


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 15 3428

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 645 818 A1 (NXP BV [NL]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02) * Absätze [0005] - [0016] * * Absätze [0023] - [0044]; Abbildung 5 *	1-15	INV. H05B33/08
X	EP 2 416 623 A2 (IMMENSE ADVANCE TECHNOLOGY CORP [TW]) 8. Februar 2012 (2012-02-08) * Zusammenfassung * * Absätze [0008] - [0058]; Abbildungen 4-8 *	1-15	
X	JP S60 107372 A (RICOH KK) 12. Juni 1985 (1985-06-12) * Zusammenfassung *	1-15	
A	US 2013/049622 A1 (ANGELES CHRISTIAN PURA [US]) 28. Februar 2013 (2013-02-28) * das ganze Dokument *	1-15	
A	WO 2009/035948 A1 (LEADIS TECHNOLOGY INC [US]; MITTAL ROHIT [US]; MONTANARI DONATO [CN]) 19. März 2009 (2009-03-19) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2014	Prüfer João Carlos Silva
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 3428

11-07-2014

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2645818 A1	02-10-2013	CN 103369786 A	23-10-2013
		EP 2645818 A1	02-10-2013
		US 2014125235 A1	08-05-2014
EP 2416623 A2	08-02-2012	EP 2416623 A2	08-02-2012
		JP 2012039069 A	23-02-2012
		US 2012032614 A1	09-02-2012
JP S60107372 A	12-06-1985	KEINE	
US 2013049622 A1	28-02-2013	KEINE	
WO 2009035948 A1	19-03-2009	EP 2187734 A1	26-05-2010
		HK 1139558 A1	02-05-2014
		JP 5309144 B2	09-10-2013
		JP 2010539707 A	16-12-2010
		KR 20100068418 A	23-06-2010
		US 2009073096 A1	19-03-2009
		WO 2009035948 A1	19-03-2009

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2196887 A [0015]