



(11)

EP 2 844 035 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.03.2015 Patentblatt 2015/10

(51) Int Cl.:

(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 Widertand (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 vorgebbar. 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.

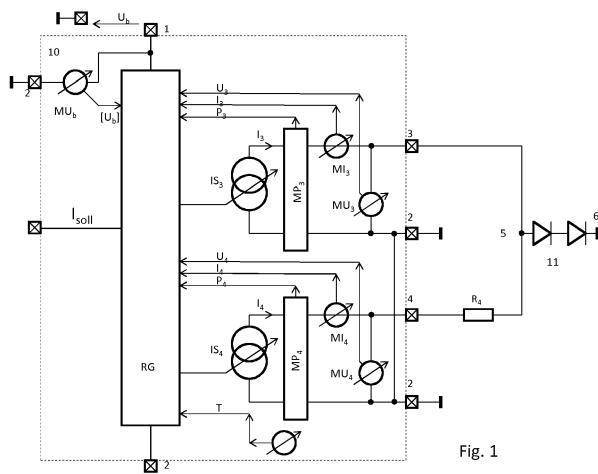


Fig. 1

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.

25 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 Widerstand erfordert, so übernimmt wieder der erste Transistor die Regelung.
- 40 [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,
- 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 vorgebbar 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 zuführender 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_{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_{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_{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_{sum} und der Stromsumme $I_3 + I_4$ beschrieben werden kann. Der Sollwert I_{sum} kann dabei von außen vorgegeben werden oder in der Regelschaltung 10 als interner Referenzstrom I_{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_{sum} kann von außen dabei beispielsweise durch einen Referenzstrom I_{ref_ext} oder einen Referenzwiderstand R_{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_{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_{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_{sum} und den Aufteilungsparameter V_p für die Berechnung der aktuellen Sollwerte für die Stromsumme I_{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 gestellten 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.

5 [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 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.

10 [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 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.

15 [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.

20 [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 verbunden 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.

25 [0031] Als Fehler-Modi, die besonders bevorzugt erkannt werden sollen, ist zu nennen

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

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

45 [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 10Ohm oder besser weniger als 5Ohm oder besser weniger als 2Ohm oder besser weniger als 1Ohm oder besser weniger als 100mOhm 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_{sum_r} , I_{sum_g} und I_{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_{sum_r} , I_{sum_g} und I_{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 $I_{ref_ext_1}$, $I_{ref_ext_2}$, $I_{ref_ext_3}$ erfolgen, die über externe Widerstände R_{ref_1} , R_{ref_2} , R_{ref_3} eingeprägt 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 spezifizierten 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 ,
- 5 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 ,
- 10 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 Farbregler (FR),
- 15 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 ,
- 20 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
- 25 Fign. 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 ungeregelte Betriebsspannung U_b für die Nutzung in der Regelschaltung 10 aufbereitet. Ein Farbregler FR erhält von einem Farb-Sensor MF Informationen über die farbliche Zusammensetzung und die Intensität des Abgestrahlten Lichtes. Diese Informationen werden vom Farbreger 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_{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 Teilverrichtungen 10_1, 10_2, 10_3 mit Sollvorgaben bzw. Soll-Vorgabenbereichen. Dabei können auch vergangene und abgeleitete Werte benutzt werden. Stellt der Fehler-Detektor FD eine Fehlerbedingung fest, so wird diese über ein Fehlersignal S_{stat} ausgegeben. Eine Ausgabe über die Datenschnittstelle ST ist natürlich ebenso möglich. Eine interne Referenz 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_{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_{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_{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_{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 Ausgangstrom 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 Ausgangstrom 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_{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_{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 Ausgangstrom 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 5 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 10 Leistungsmodule versorgt wird. Jeweils zwei dieser Leistungsmodule 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, 15 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/Merkmalgruppen 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_{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 Ausgangstrom 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

5

misst.

10

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

- wobei die Vorrichtung mindestens eine Komponente RG aufweist, die mindestens 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
- 20
- 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
- 25

30

ist.

35

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

40

- 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 Kühlmittels oder einem Kühlmediums 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
- 45
- 50
- 55

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 Ausgangstrom 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.

5 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.

10 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.

15 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.

25 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.

30 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.

35 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.

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

- wobei jede Teilverrichtung 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 Teilverrichtungen 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 $R_3, R_4, R_8, R_{4_1}, R_{4_21}, R_{4_3}$ 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 $R_3, R_4, R_8, R_{4_11}, R_{4_2}, R_{4_3}$ die Temperatur der Regelschaltung 10 um nicht mehr als 10°C oder nicht mehr als 20°C oder nicht mehr als 40°C oder nicht mehr als 80°C erhöht wird.

10 26. Vorrichtung nach einer oder mehreren der Ziffern 1 bis 25, wobei mindestens ein externer Widerstand $R_3, R_4, R_8, R_{4_11}, R_{4_21}, R_{4_3}$ in zumindest einem spezifikationskonformen Betriebszustand der Regelschaltung 10 eine Temperatur von T_R größer als 150°C oder größer als 200°C oder größer als 250°C oder größer als 350°C oder größer als 450°C erreicht.

15 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_{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.

20 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_{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.

30 45 50 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 Ausgangstrom I_3, I_4, I_8 gemessen wird.

55 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.

5

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

- mindestens eine Temperatur T zumindest zeitweise

10

- 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 Kühlmedium in der Nähe eines Widerstands R_3 , R_4 , R_8

15

gemessen wird.

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

20

- 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

25

- 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

30

- 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

35

- 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

40

- 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.

45

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

- mindestens ein Verteilungsparameter V_p

50

- 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

55

- 5
- 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.

10 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

30 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_{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

40

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

45 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

50

- 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 mindestens eine gemessene Ausgangsspannung U_3 , U_4 , U_8 kleiner als ein Sollwert ist.

55 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.

5 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.

10 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.

20 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.

25 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

(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 Farbsensor 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_{ref_int}	Interner Referenzstrom für die Vorgabe der Stromsumme I_3+I_4 , $I_3+I_4+I_8$.
10 I_{S3}	Erste geregelte Stromquelle, die den Strom I_3 liefert.
15 I_{S4}	Zweite geregelte Stromquelle, die den Strom I_4 liefert.
20 I_{S8}	Dritte geregelte Stromquelle, die den Strom I_8 liefert.
25 I_{sum}	Sollwert für die Stromsumme I_3+I_4 , $I_3+I_4+I_8$.
30 I_{ref_ext}	Externer Referenzstrom
35 LED	Leuchtdiode
40 MF	Farb-Sensor
45 MI_3	Erste Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes I_3
50 MI_4	Zweite Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes I_4
55 MI_8	Dritte Strommessvorrichtung für die Messung des Stromes I_8
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
MU_8	Dritte Spannungsmessvorrichtung für die Messung der Spannung zwischen dem dritten Ausgang 8 der Regelschaltung 10 und dem Masseanschluss 2 der Regelschaltung 10
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
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
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
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
$P_3+P_4+P_8$	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_{LED}	Verlustleistung der LEDs (des Verbrauchers 11), Verbraucherverlustleistung
P_{R4}	Verlustleistung des zweiten externen Widerstands R_4
P_{R8}	Verlustleistung des dritten externen Widerstands R_8
PWM	PulsWeitenModulation

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Beschreibung
5 R_3	Erster externer Widerstand
R_4	Zweiter externer Widerstand
10 R_{4_1}	Zweiter externer Widerstand der roten LED-Kette 11_1
R_{4_2}	Zweiter externer Widerstand der grünen LED-Kette 11_2
15 R_{4_3}	Zweiter externer Widerstand der blauen LED-Kette 11_3
R_8	Dritter externer Widerstand
15 RefG	Referenzerzeugung aus den externen Referenzströmen $I_{ref_ext_1}$, $I_{ref_ext_2}$, $I_{ref_ext_3}$. Die Ströme werden dabei über die Widerstände R_{ref_1} , R_{ref_2} , R_{ref_3} eingestellt. Die Ströme können zur Grundeinstellung der Teilverrichtungen 10_1, 10_2, 10_3 mittels des Blocks RefG verwendet werden.
20 RG	Regler
R_{ref}	Referenzwiderstand
20 S_{stat}	Fehlersignal
S_{stat_ext}	Externes Fehlersignal (ein Eingangssignal der Regelschaltung 10)
25 ST	Datenschnittstelle
25 SUP	Versorgung der Regelschaltung 10 aus der Betriebsspannungsversorgung U_b
30 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_3 , R_4
35 T_R	Temperatur eines externen Widerstands R_3 , R_4 , R_{4_3} , R_{4_2} , R_{4_1} , R_8
35 U_3	Erste Ausgangsspannung, Spannung zwischen erstem Ausgang 3 und Masseanschluss 2
35 U_4	Zweite Ausgangsspannung, Spannung zwischen zweitem Ausgang 4 und Masseanschluss 2
40 U_8	Dritte Ausgangsspannung, Spannung zwischen drittem Ausgang 8 und Masseanschluss 2
40 U_b	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.
45 V_p	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_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,

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

5 - 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.

10 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.

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

20 - 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:

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

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

30 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 Elementen:

35 - 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).

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

45 - 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.

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_{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_{stat_ext}) mindestens einer der genannten Vorrichtungen als Fehlersignal (S_{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.

5

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.

10

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.

15

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.

20

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.

30

35

40

45

50

55

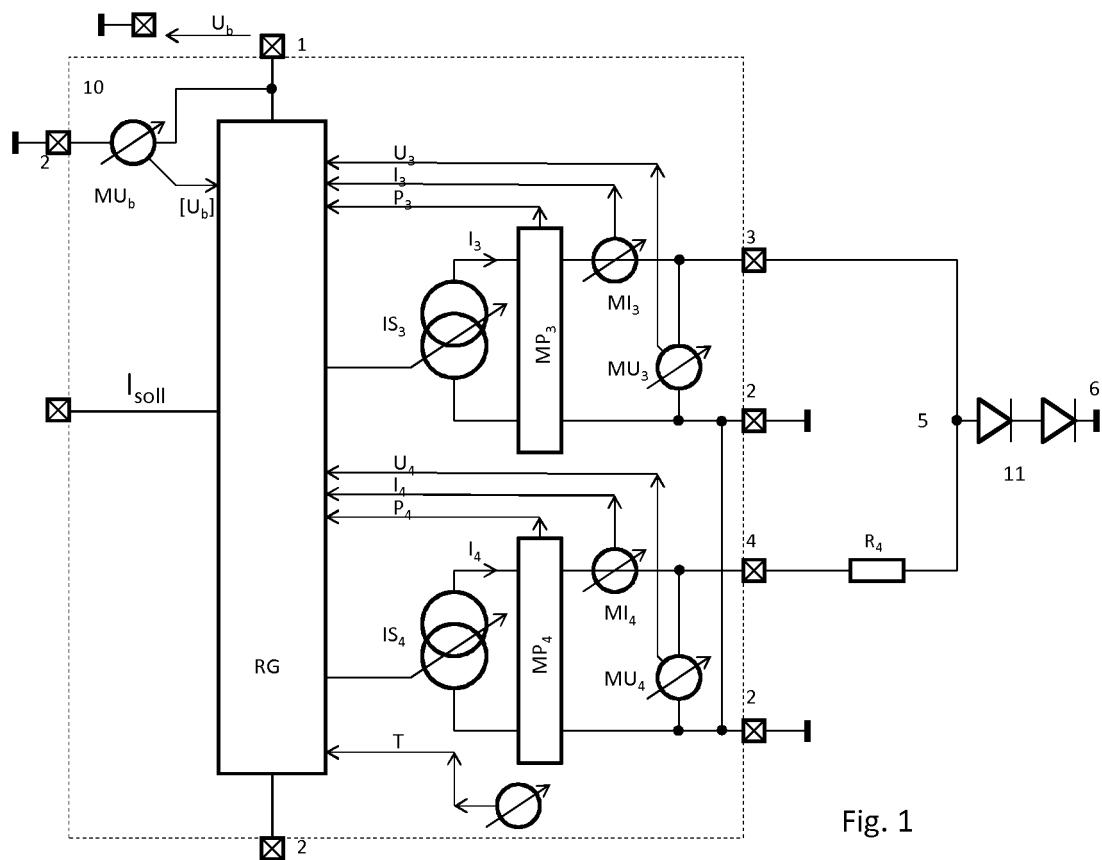


Fig. 1

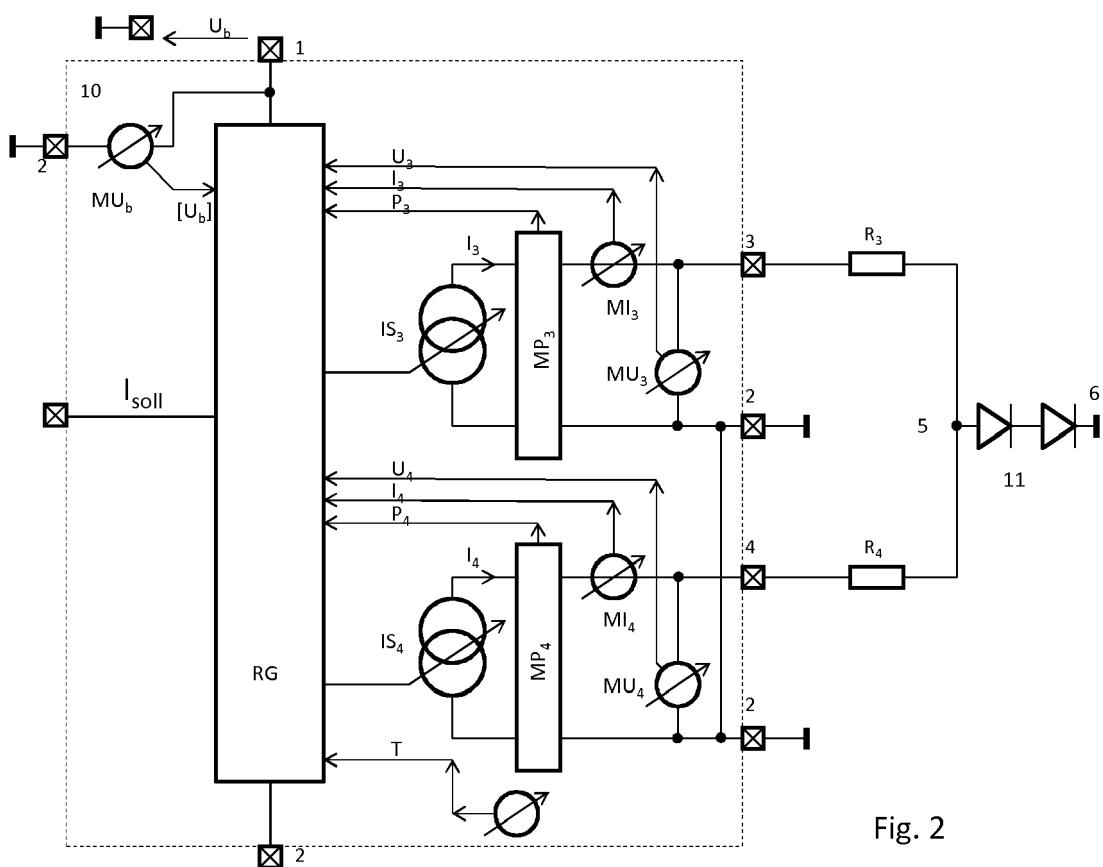


Fig. 2

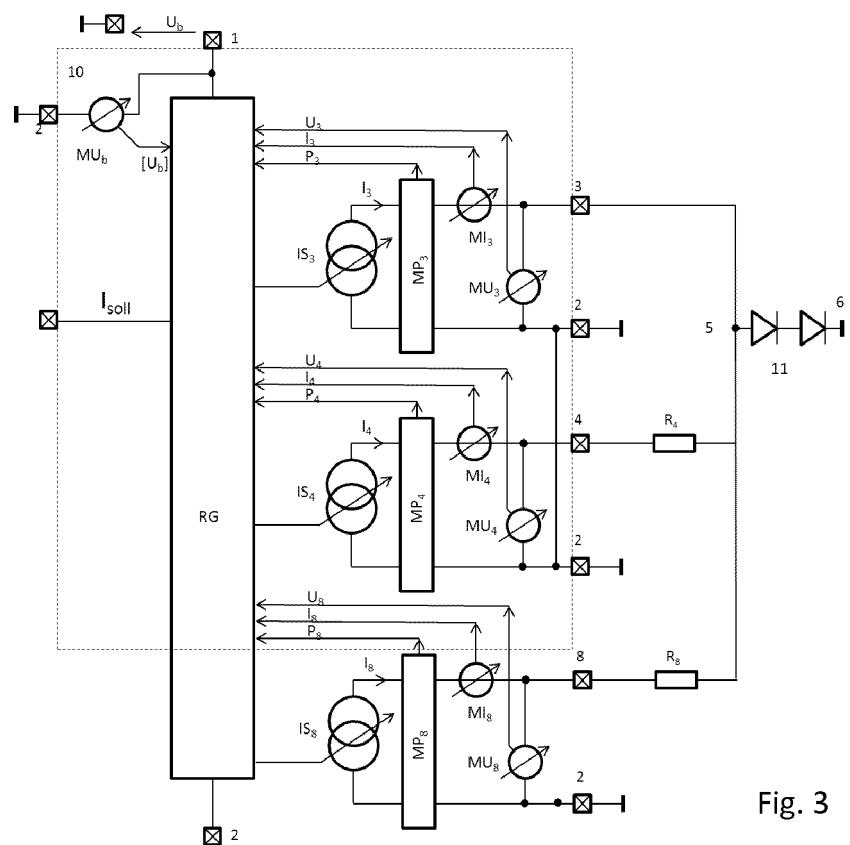


Fig. 3

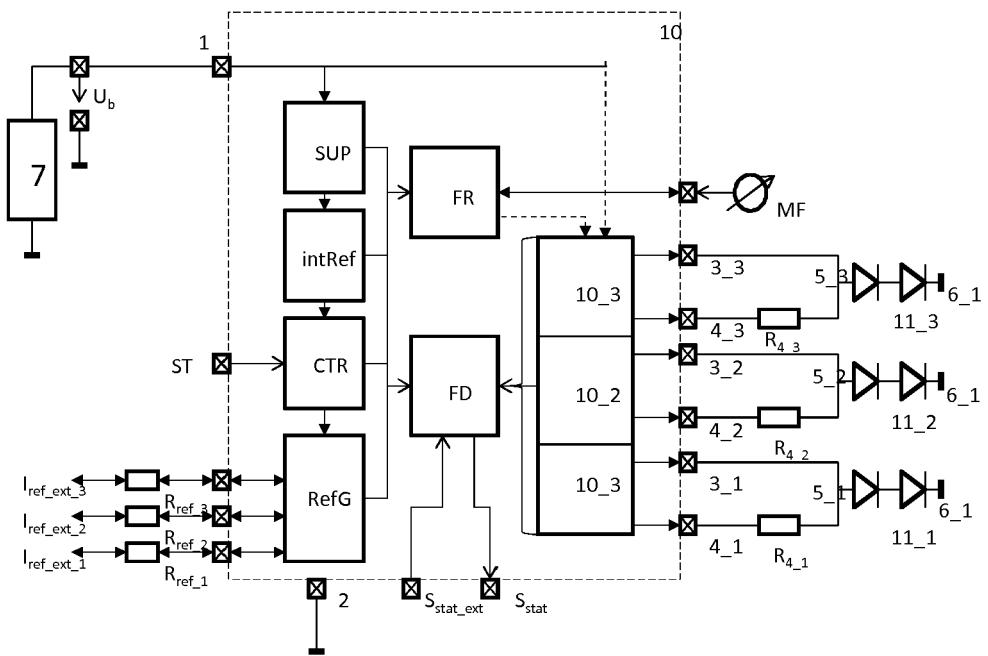


Fig. 4

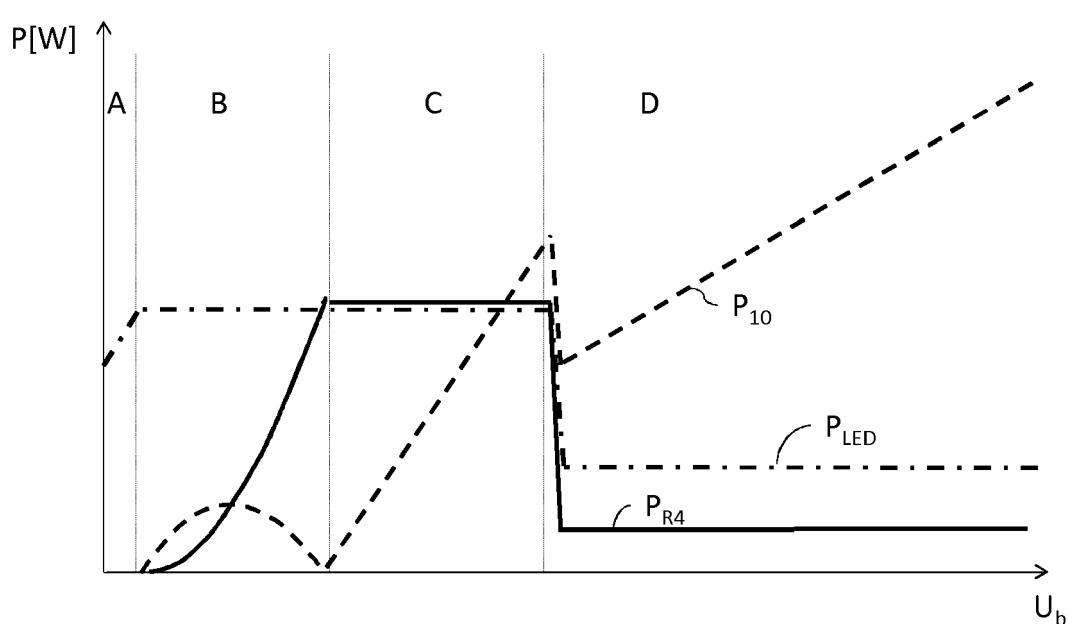


Fig. 5

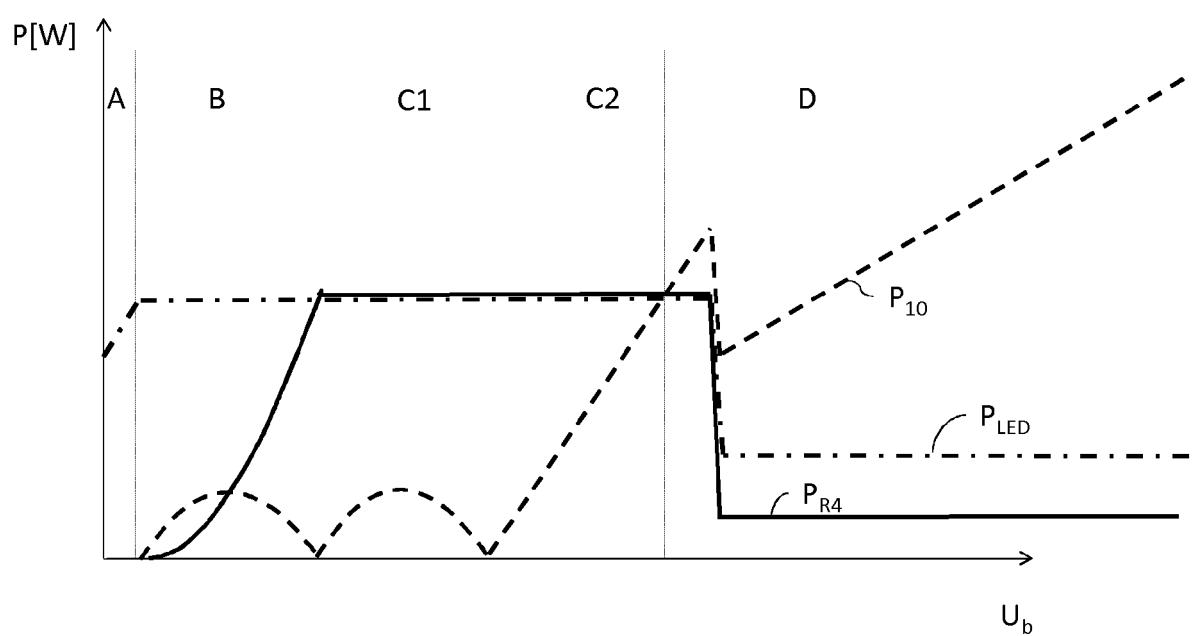


Fig. 6

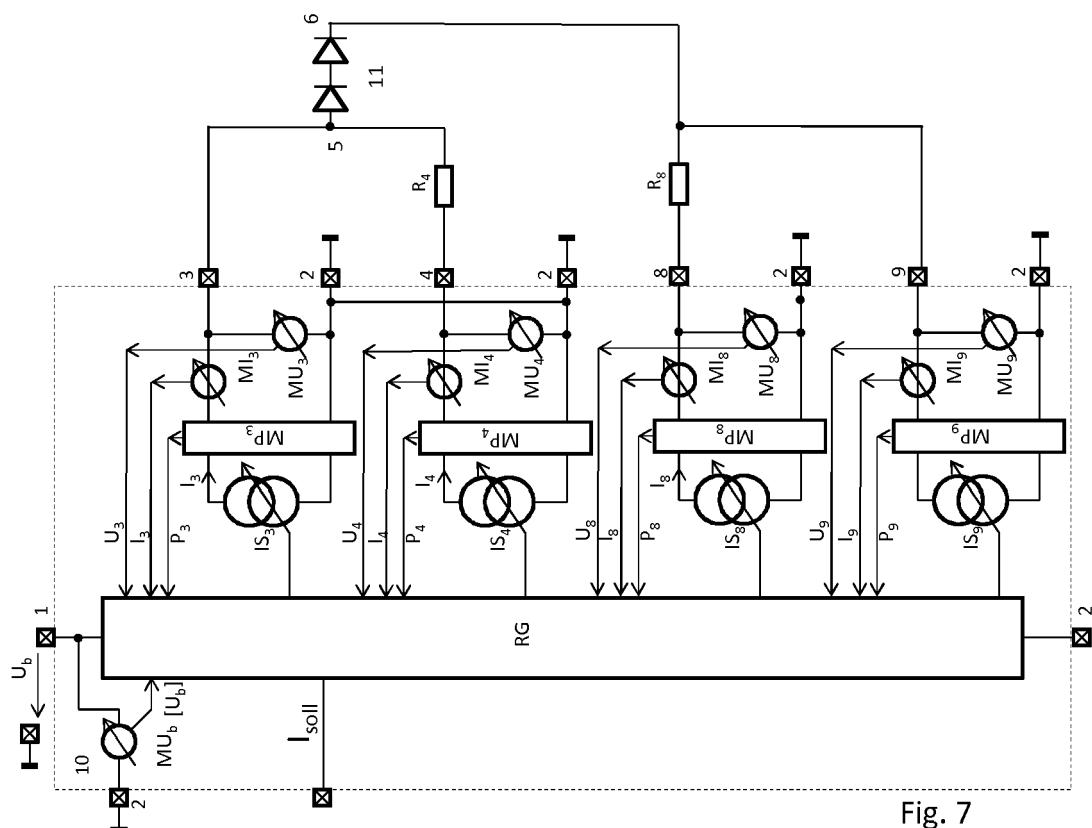


Fig. 7

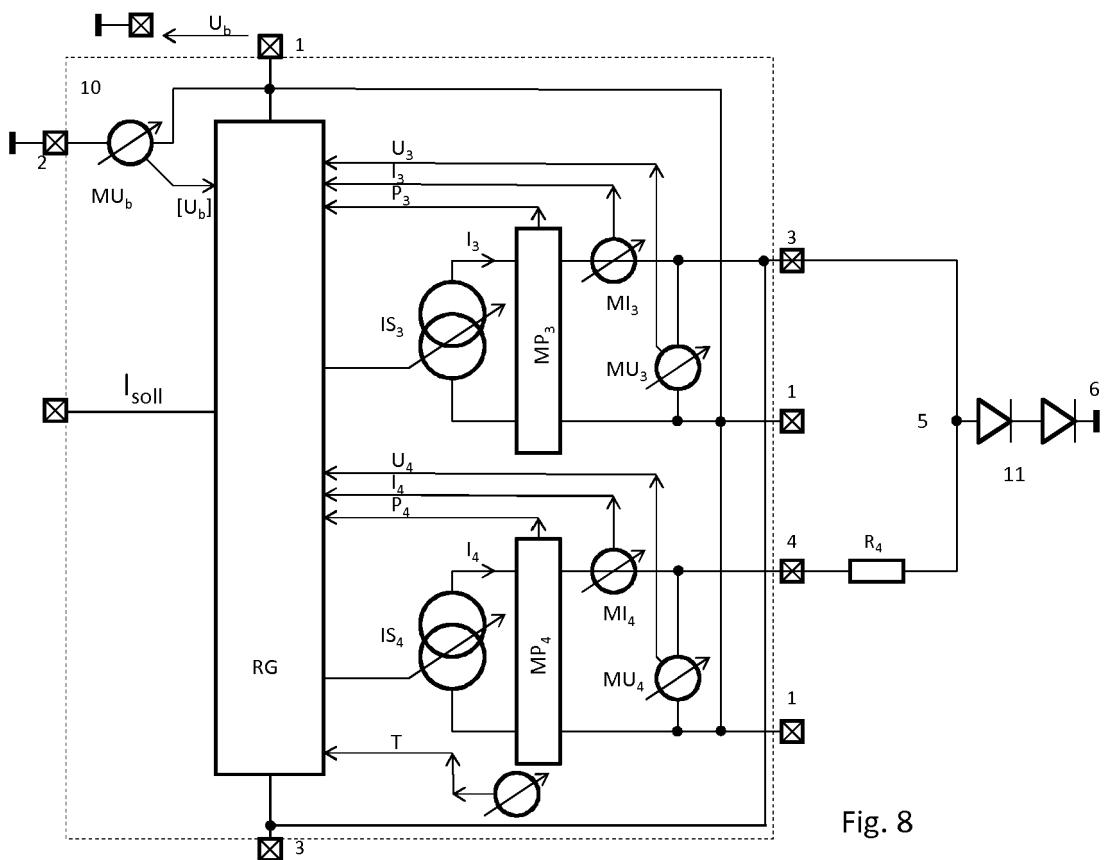


Fig. 8



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	Betrift 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			
3	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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 14 15 3428

5 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.

11-07-2014

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 2645818 A1	02-10-2013	CN 103369786 A EP 2645818 A1 US 2014125235 A1	23-10-2013 02-10-2013 08-05-2014
20	EP 2416623 A2	08-02-2012	EP 2416623 A2 JP 2012039069 A US 2012032614 A1	08-02-2012 23-02-2012 09-02-2012
25	JP S60107372 A	12-06-1985	KEINE	
30	US 2013049622 A1	28-02-2013	KEINE	
35	WO 2009035948 A1	19-03-2009	EP 2187734 A1 HK 1139558 A1 JP 5309144 B2 JP 2010539707 A KR 20100068418 A US 2009073096 A1 WO 2009035948 A1	26-05-2010 02-05-2014 09-10-2013 16-12-2010 23-06-2010 19-03-2009 19-03-2009
40				
45				
50				
55	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]