



(11)

EP 3 128 809 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.07.2018 Patentblatt 2018/29

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

(21) Anmeldenummer: **16189851.5**

(22) Anmeldetag: **24.07.2014**

(54) **VORRICHTUNG ZUR ENERGIEVERSORGUNG VON, UNTER VERRINGERUNG VON STROM/SPANNUNGSSTÖSSEN AN, LEUCHTDIODEN**

DEVICE FOR SUPPLYING LIGHT SOURCES WITH ENERGY IN A MANNER THAT INCREASES THEIR SERVICE LIFE, BY REDUCING CURRENT/VOLTAGE PEAKS

DISPOSITIF D'ALIMENTATION DE MOYENS D'ÉCLAIRAGE EN ÉNERGIE DE MANIÈRE À AUGMENTER LEUR DURÉE DE VIE, AVEC DIMINUTION DES PICS DE COURANT/VOLTAGE

(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

(30) Priorität: **29.07.2013 EP 13178386**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.2017 Patentblatt 2017/06

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
14742240.6 / 3 028 544

(73) Patentinhaber: **ELMOS Semiconductor Aktiengesellschaft 44227 Dortmund (DE)**

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102009 025 752 US-A1- 2010 194 274
US-A1- 2011 199 003 US-A1- 2011 260 617
US-A1- 2012 153 844 US-A1- 2012 223 649

EP 3 128 809 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Einleitung und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Energieversorgung einer sequentiellen Schaltung typischerweise nichtlinearer Lasten mit Hilfe einer Stromquelle. Vorzugsweise handelt es sich bei der Last um eine Serienschaltung aus LEDs. Diese strombetriebene Last, vorzugsweise eine LED-Serienschaltung, bestehend aus ein bis N Elementen und soll partiell kurzgeschlossen oder gedimmt werden.

[0002] Verschiedene Energieversorgungsschaltungen für LEDs bzw. LED-Reihenschaltungen sind aus US-A-2012/223649, DE-A-10 2009 025 752, US-A-2012/153844 und US-A-2010/194274 bekannt.

[0003] Zu jedem der nichtlinearen Lasten, die in Serie geschaltet sind, ist typischerweise jeweils ein Schalter parallel geschaltet. Diese werden jeweils geöffnet und/oder geschlossen.

[0004] Es ergibt sich nun das Problem, dass der Strom durch die resultierende Spannungsänderung eine Kombination aus dem Strom der Stromquelle sowie der sich ändernden Spannung eines typischerweise vorhandenen Energiespeichers ist und damit nicht mehr direkt von der Stromquelle bestimmt wird. Eine solche Stromquelle kann beispielsweise ein stromgesteuerter DC/DC Konverter sein.

[0005] Es ergeben sich zwei Fälle:

a Der erste Fall, nämlich der Fall SCHLIESSEN, betrifft das Schließen oder die Durchlasswiderstandsverringerung eines oder mehrerer der besagten Schalter: Die daraus resultierende kurzfristige Stromüberhöhung kann unerwünschte Nebenwirkungen bis zur Beschädigung der nachfolgenden Last haben.

b Der zweite Fall, d. h. der Fall ÖFFNEN, betrifft das Öffnen oder die Durchlasswiderstandserhöhung eines oder mehrerer der besagten Schalter: Bis zur Ladung eines unterstützenden Energiespeichers auf einen erhöhten Energieinhalt - im Falle eines Kondensators auf eine erhöhte Spannung - steht möglicherweise kein oder ein nicht ausreichender Strom für die vergrößerte Last zur Verfügung. Dies kann die Funktion zeitweise einschränken. Beispielsweise kann es zu einer wahrnehmbaren Absenkung der Leuchtintensität einer LED-Kette kommen. Bei kurzen Transienten werden diese jedoch in der Regel durch LEDs als Lasten nicht wahrgenommen. Falls es sich allerdings um Motorphasen oder Relais handelt, könnte ein Abriss des Stromes, wie beschrieben, unerwünschte Nebeneffekte haben.

Aufgabe der Erfindung

[0006] Es ist die Aufgabe der Erfindung, jederzeit eine konstante, gegebenenfalls maximale Energie abzugeben, ohne dass Grenzwerte insbesondere durch Transienten überschritten werden und ohne dass in den Stellgliedern wesentliche Änderungen der Energieumsätze stattfinden.

[0007] Gleichzeitig soll die Vorrichtung in der Lage sein, fehlerhafte Verbraucher zu erkennen. Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Einzelne Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Hierbei kann es zweckmäßig sein, wenn

- mindestens ein Zustandswert der Vorrichtung über eine Schnittstelle übertragen werden, wobei dieser Zustandswert einer der folgenden Zustandswerte oder deren zeitliche einfache oder höhere Ableitung sein kann:

- a) ein Regelwert eines der Ausgänge des Reglers
- b) ein interner Regelwert des Reglers
- c) ein Messwert oder Zustandswert eines der Sensoren
- d) der Stromwert einer der Strommessstellen
- e) der Spannungswert an einem der Knoten
- f) die Differenz zwischen Regelwert und Messwert am Regler
- g) der Zustand eines oder mehrerer der beteiligten Schaltelemente
- h) ein Messwert entsprechend der Spannung über mindestens einem der Schaltelemente
- i) ein Messwert entsprechend dem Strom in mindestens einem der Schaltelemente

[0008] Mit dem Begriff "Stromquelle" ist im Rahmen dieser Erfindung allgemein eine Quelle für die Lieferung von elektrischer Energie gemeint. Diesbezüglich bietet sich neben einer Stromquelle im engeren Sinne alternativ auch ein Schaltregler an. Entscheidend ist, dass durch die Bereitstellung von elektrischem Strom und/oder elektrischer Spannung elektrische Energie in den Ausgangsknoten eingebracht werden kann. Als Aspekt für die Messung kann ein bzw. können mehrere der nachfolgend aufgeführten Gesichtspunkte angeführt werden.

- a) Messung des Stroms durch die LED-Kette und Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren
- b) Messung der zeitlichen Ableitungen des Stroms durch die LED-Kette oder Messung des Energieinhalts sowie dessen zeitlichen Ableitungen des Kondensators (Energiespeicher) zur Steuerung der Leistungstransistoren
- c) Messung des Stroms durch die LED-Kette

und/oder Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren und Änderung des Duty-Cycles, wenn ein Maximalwert für den Strom durch die LED-Kette oder für dessen zeitliche Ableitungen überschritten wird oder wenn ein Minimalwert analog unterschritten wird.

d) Messung des Stroms durch die LED-Kette und/oder Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren und Änderung des Duty-Cycles, wenn ein Maximalwert für den Energieinhalt des Energiespeichers (Kondensator) oder für dessen zeitliche Ableitungen überschritten wird oder wenn ein Minimalwert analog unterschritten wird.

e) Messung des Stroms durch die LED-Kette und/oder Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren und gleichzeitig wird kein Schalter geschlossen, wenn der Strom oder eine seiner Ableitungen über einem Maximalwert liegt und/oder kein Schalter geöffnet, der Strom oder eine seiner Ableitungen unter einen Minimalwert liegt

f) Messung des Stroms durch die LED-Kette und/oder Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren und es wird kein Schalter gleichzeitig mit einem anderen geschlossen oder geöffnet.

g) Messung des Energieinhalts des Kondensators (Energiespeicher) sowie deren zeitlichen Ableitungen zur Steuerung der Leistungstransistoren

Beschreibung der grundlegenden Erfindung

[0009] Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der beispielhaften Figuren beschrieben. Hierbei zeigen

- Figur 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 2 einen beispielhaften sehr einfachen Regler für einen Schalter,
- Figur 3 eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei parallelen Strängen,
- Figur 4 eine Ausführung zur Ansteuerung einer farblich steuerbaren RGB Beleuchtung.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Bewertung des Stromes in den Lasten 4 während des Schaltüberganges an den Schaltelementen 3 durch ein strommessendes Element 5 oder durch einen Regler 6.

[0011] Die Aufgabe des Reglers 6 ist es, entweder die Spannung oder die Spannungsänderungsgeschwindigkeit dU/dt am Energiespeicher 2 oder die Stromänderung am messenden Element 5 oder an beiden Komponenten zu bewerten, um den Betrieb innerhalb eines vordefinier-

ten Betriebszustandsraums vorzugeben, zu überprüfen und damit zu gewährleisten.

[0012] Die beschriebenen kritischen Störungen beim ÖFFNEN und SCHLIESSEN siehe oben können damit unterbunden werden. Somit kann eine unkontrollierte Überhöhung oder Reduktion des Stromes während der transienten Übergänge im System verhindert oder zumindest in ihrer Auswirkung kontrolliert begrenzt werden.

[0013] Insbesondere im Falle von LEDs als Verbraucher kann die Lebensdauer der Dioden hierdurch deutlich erhöht werden, indem Peak-Ströme durch die beschriebene Vorrichtung gedämpft und kontrolliert geregelt werden.

[0014] Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Vorrichtung ist die Möglichkeit einer adaptiven Regelung, die unter gegebenen Randbedingungen wie z.B. der Alterung von Komponenten z. B. der altersbedingten Änderung der Kapazität 2 die kürzest mögliche transiente Umsteuerung der Schaltelemente 3 ermöglicht.

[0015] Die Stromquelle 1 in Figur 1 liefert den Strom und die Energie für die in Serie geschalteten Verbraucher 4, 10. In diesem Fall sind dies beispielhaft eine erste Leuchtdiode 4 und eine zweite Leuchtdiode 10. Im Folgenden wird bei Leuchtdioden von LEDs gesprochen.

[0016] Der Energiespeicher 2 ist in diesem Falle ein Kondensator 2, der die Spannung am Ausgangsknoten 7 der Stromquelle 1 puffert. Dies geschieht in diesem beispielhaften Fall über einen optionalen Vorwiderstand 14 zwischen dem Ausgangsknoten 7 der Stromquelle 1 und dem Anschlussknoten 8 des Kondensators 2, der als Energiespeicher 2 agiert. Der andere Pol des Kondensators 2 ist in diesem Beispiel mit Masse verbunden. Diese beispielhafte Anordnung ermöglicht vorteilhafterweise die Bewertung der Energiemenge oder der Änderung der Energiemenge auf dem Speicher 2.

[0017] Wie bereits beschrieben, sind der ersten LED 4 und der zweiten LED 10 jeweils ein erster Schalter 3 und ein zweiter Schalter 9 korrespondierend zugeordnet, die durch SCHLIESSEN oder ÖFFNEN die LEDs 4, 10 überbrücken und so die Energieverteilung innerhalb der LED-Kette aus diesen LEDs 4, 10 verändern können. Zur Erzielung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird also nicht die Energiequelle, also die Stromquelle 1, geregelt, sondern die Gesamtheit der Verbraucher 4, 10, was den wesentlichen erfinderischen Schritt zur Lösung des Problems darstellt.

[0018] Um das ÖFFNEN und SCHLIESSEN der Schalter 3, 9 so zu gestalten, dass die Toleranzen für den Strom durch die Verbraucherkette, also durch die LED-Kette bestehend aus den LEDs 4, 10, nicht überschritten werden, kann beispielsweise über einen Shunt-Widerstand 5 der Strom durch die besagte Verbraucherkette durch Erfassung des Spannungsabfalls zwischen dem Stromerfassungsknoten 11 und Masse gemessen werden. Statt eines Shunt-Widerstands 5 sind natürlich auch andere Strommessmethoden wie beispielsweise ein Hall- oder AMR-Sensor denkbar. Auch kann beispielsweise der Widerstand 14 am Energiespeicher 2 zur Be-

wertung herangezogen werden, da der Strom in den Energiespeicher 2 hinein oder aus diesem heraus mit dem Strom durch die Verbraucherkette 4, 10 und die Schalter 3, 9 in Summe den Stromquellenstrom ergeben muss.

[0019] Das so erfasste Signal 11 wird dem Regler 6 zugeführt, der typischerweise auch den Energieinhalt des Energiespeichers 2, beispielsweise durch eine Potentialmessung des Knotens 8 eines Kondensators 2, überwacht. Außerdem ist es sinnvoll, die Spannung des Einspeiseknotens 7 ebenfalls zu überwachen, wodurch mittels des bereits genannten zweiten Shunt-Widerstands 14 eine Messung des Stromes in den Energiespeicher hinein und aus diesem heraus möglich wird.

[0020] Auf diese Weise kann auf den Energieinhalt des Kondensators oder des Energiespeichers 2 geschlossen werden. Auch können die zeitlichen Ableitungen der Größen zur Ermittlung der Veränderungsdaten des Energieinhalts genutzt werden.

[0021] Wenn also von Messung des Energieinhalts die Rede ist, so ist nur eine Methode gemeint, mit der auf den Energieinhalt zumindest für die Anwendung ausreichend geschlossen werden kann. Natürlich sind auch weitere Messstellen denkbar.

[0022] Figur 2 zeigt eine Realisierung eines Systems, bei dem nur ein Verbraucher 10 in einer Kette aus zwei Nutzverbrauchern 4, 10 geregelt wird.

[0023] Die besonders einfache technische Realisierung einer sehr einfachen Variante des Reglers 6, die nicht alle möglichen Merkmale dieses Reglers aufweist, aber bereits zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gehören kann, ist in diesem Falle ein Transimpedanzverstärker 15, der die steuernden Ströme an einem Schaltelement 9 unter Nutzung des Miller-Effekts zur Regelung anpasst. Die Erfindung umfasst natürlich auch wesentlich kompliziertere Varianten des Reglers 6, die sich für den Fachmann aus dem Grundgedanken der Erfindung ergeben. Im Folgenden werden einige der möglichen Erweiterungen eines solchen Reglers beschrieben. Der Regler 6 vergleicht nun hierbei den Spannungsabfall über den beispielhaften Shunt-Widerstand 5 am Knoten 11 mit einer beispielhaften Referenzspannung V_{ref} , die als eine vorgebbare Sollreferenz fungiert.

[0024] Durch entsprechende Filter kann der Regler beispielsweise unter anderem als P-, PI-, PID- oder PD-Regler ausgelegt werden. Komplexere Regel-Übertragungsfunktionen des Reglers 6 mit mehrdimensionalen, d. h. mehrparametrischen Ein- und Ausgangssignalen sind natürlich denkbar und, insbesondere bei komplizierteren Topologien, wie im Folgenden beschrieben, sinnvoll.

[0025] Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient somit zur Versorgung einer Schaltung mit mindestens einem Verbraucher. Sie verfügt über mindestens eine Stromquelle 1. Die Energiebereitstellung wird über mindestens einen Energiespeicher 2 in Form z. B. eines Kondensators, Akkus etc. stabilisiert. Bei diesem Energiespeicher 2 kann es sich auch um eine Spule handeln, die beispielsweise seriell in den Stromkreis eingefügt ist. Sowohl Stromquelle 1 als auch Energiespeicher 2 speisen

Energie in einen ersten Ausgangsknoten 7 ein. Über diesen Ausgangsknoten 7 werden die besagten Verbraucher 4 zumindest zeitweise mit Energie versorgt. Es ist nämlich auch denkbar, dass das System nicht immer aktiv ist. Der Energiespeicher 2 liefert immer dann Energie, wenn die Energielieferung der Stromquelle 1 für die Versorgung der Verbraucher 4, 10 nicht ausreichend ist und der Energiespeicher 2 noch genügend Energieinhalt aufweist. Dieser ausreichende Energieinhalt wird durch den Regler 6 und geeignete Messstellen 8, 7 im System permanent gemessen und prognostiziert. Ist die Energieentnahme durch die Lasten 4, 10 aus der kombinierten Energiequelle aus der Stromquelle 1 und dem Energiespeicher 2 zu hoch oder zu niedrig, so wird die Gesamtlast 4, 10 als Stellgröße für die Korrektur dieser Situation verändert. Dies ist ein weiterer wesentlicher erfinderischer Gedanke. Daher muss im Falle von zwei Verbrauchern zu mindestens bei einem der besagten zwei Verbraucher 4 mindestens ein Schalter 9 parallel geschaltet sein. Dieser kann somit zumindest einen der Verbraucher 10 überbrücken, um den Innenwiderstand der Gesamtlast der Verbraucher 4, 10 bei Bedarf zu erniedrigen oder eine solche Überbrückung aufzuheben, um den Innenwiderstand der Gesamtlast der Verbraucher 4, 10 anzuheben. Zum Zwecke dieser Regelung sind Sensoren zur Zustandsmessung der Gesamtlast 5, des Energiespeichers 14 und des Energieumsatzes in der Gesamtlast sinnvoll. Daher weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Messeinrichtung 5 auf, die in der Lage ist, den Stromwert zur Erfassung des die Gesamtlast 4, 10 durchströmenden elektrischen Stromes und damit in der Regel auch die Stromänderungsgeschwindigkeit oder eine höhere zeitliche Ableitung des Stromes durch die sequentielle Verschaltung der besagten Verbraucher 4, 10 zu messen. Die Messung der Ableitungen erlaubt eine Prognose der Stromentwicklung und damit ein rechtzeitiges Gegenregeln der Last 4, 10. Ebenso ist es sinnvoll, mittels mindestens einer weiteren Messvorrichtung 14 den verbleibenden Energieinhalt des Energiespeichers 2 zu erfassen. Auch hier ist es wieder sinnvoll die Änderungsgeschwindigkeit dieses Energieinhalts des Energiespeichers 2 oder einer höheren zeitlichen Ableitung dieses Energieinhalts des besagten Energiespeichers 2 zu erfassen und eine vorausschauende Regelung durchzuführen. Der Energieumsatz in der Gesamtlast der Verbraucher 4, 10 lässt sich dabei aus dem Spannungsabfall zwischen den Knoten 7 und 11 und dem zwischen dem Knoten 11 und Masse berechnen. Die Regelung durch den Regler 6 erfolgt dabei in der Weise, dass er, wie bereits beschrieben, in Abhängigkeit von zumindest einem der zuvor ermittelten Werte mindestens einen der Schalter 3, 9 öffnet oder schließt oder dessen Durchlasswiderstand so verändert, dass die Toleranzwerte des Stromes nicht über- oder unterschritten werden.

[0026] Hierzu ist anzumerken, dass ein vollständiges SCHLIESSEN oder ÖFFNEN bei Leistungstransistoren zwar sinnvoll ist, dies aber gerade zu den besagten Stromspitzen führen kann. Es ist daher besonders güns-

tig, mit dem beschriebenen Transimpedanzverstärker 15 die Leistungstransistoren 3, 9 so langsam aufzusteuern oder zu schließen, dass keine oder definierte, vorgegebene Stromspitzen entstehen. Hierdurch wird die Lebensdauer der LEDs 4, 10 signifikant verlängert. Wenn also von ÖFFNEN oder SCHLIESSEN die Rede ist, so ist damit ein kontrolliertes ÖFFNEN und SCHLIESSEN gemeint, bei dem die vorgegebenen Toleranzen des Stromes nicht über- oder unterschritten werden.

[0027] Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass es sinnvoll ist, wenn kein weiterer Schalter 3, 9 geschlossen oder in seinem Durchlasswiderstand erhöht wird, wenn der gemessene Strom durch die Gesamtheit der Verbraucher 4, 10 oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max 1}$ liegt, da dies zu einer Verschärfung der Situation führen würde. Gleiches gilt, wenn der Betrag der gemessene Stromanstiegsgeschwindigkeit oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_sp1}$ liegt oder wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromes oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_ac1}$ liegt.

[0028] Ebenso ist es nicht sinnvoll, dass einer der Schalter 3, 9 geöffnet oder in seinem Durchlasswiderstand erhöht wird, wenn der gemessene Strom durch die Gesamtheit der Verbraucher 4, 10 unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min 1}$ liegt. Wiederum gilt das Analoge für den Fall, wenn der Betrag der gemessenen Stromanstiegsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_sp1}$ liegt oder wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromes unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_ac1}$ liegt.

[0029] Natürlich ist es unter der Annahme allgemeiner stromgetriebener Lasten denkbar, eine PWM Modulation anstelle der analogen Einstellung der Durchlasswiderstände der Schalter 3, 9 vorzunehmen. Dabei wird beispielsweise die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise gesenkt, wenn der gemessene Strom durch die Gesamtheit der Verbraucher 4, 10 oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max 2}$ liegt. Analog wird die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode gesenkt, wenn der Betrag der gemessenen Stromanstiegsgeschwindigkeit oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_sp2}$ liegt oder wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromes oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_ac2}$ liegt. Umgekehrt wird die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise erhöht, wenn der gemessene Strom unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min 2}$ liegt, der Betrag der gemessene Stromanstiegsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_sp2}$ liegt oder der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromes unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_ac2}$ liegt.

[0030] Ebenso wird die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der

Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise gesenkt, wenn der gemessene Energieinhalt des Energiespeichers 2 unterhalb eines vorgegebenen Wertes W_{es_min2} liegt oder der Betrag der gemessenen Energieinhaltsänderungsgeschwindigkeit des Energiespeichers 2 oberhalb eines vorgegebenen Wertes $W_{es_max_sp2}$ liegt oder der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Energieinhalts des Energiespeichers oberhalb eines vorgegebenen Wertes $W_{es_max_ac2}$ liegt. Da die Spannung am Knoten 8 ein gutes Maß für den Energieinhalt ist, können stattdessen diese Kondensatorspannungen für den Fall eines Kondensators als Energiespeicher 2 in Relation zu korrespondierenden Spannungsgrenzen U_{es_min2} , $U_{es_max_sp2}$, $U_{es_max_ac2}$ als Maß für die Entscheidung zur Einleitung dieser Maßnahmen genommen werden. Wenn also in den Ansprüchen vom Energieinhalt und vom Vergleich des Energieinhalts und/oder dessen zeitlichen Ableitungen mit einem Wert die Rede ist, dann sind damit nicht nur ein Energieinhalt und dessen Ableitungen gemeint, sondern auch alle physikalischen Größen, die eine äquivalente Aussage erlauben und deren entsprechenden analogen Grenzwerte. Umgekehrt wird in analoger Weise die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise erhöht, wenn der gemessene Energieinhalt des Energiespeichers 2 oberhalb eines vorgegebenen Wertes U_{es_min3} liegt oder der Betrag der gemessenen Energieinhaltsänderungsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_max_sp3}$ liegt oder die mittlere Dauer der Schließung oder Durchlasswiderstandsverringern eines der Schalter 3, 9 bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise erhöht wird, wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Energieinhaltes des Energiespeichers 2 unterhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_min_ac3}$ liegt.

[0031] Wie bereits beschrieben, werden die Schalter 3, 9, die typischerweise Leistungstransistoren sind, durch ein regelndes Element, einen Regler 6 angesteuert. Dies geschieht so, dass der Strom, der durch die Gesamtheit der Lasten 4, 10 fließt, während eines Schaltvorgangs durch das messende Element 5 erfasst wird und als eine Regelgröße dieses regelnden Elementes 6 verwendet wird. Die Regelung geschieht durch einen Leistungstransistor 3, 9, der dann den Strom beispielsweise auf einen Wert kleiner als das 1,1 oder 1,2 oder 1,4 fache oder doppelte des Wertes begrenzt, der ohne Schaltvorgang durch die Verbraucher fließt. Dies bedeutet nichts anderes, als dass das Überschwingen des Stromes hierdurch auf 10% oder 20% oder 40% oder 100% begrenzt wird.

[0032] Umgekehrt wird ein Unterschwingen beispielsweise auf 10%, 20%, 50% oder 70% dieses Wertes begrenzt, indem der Leistungstransistor 3, 9 wieder geeignet durch das regelnde Element 6 angesteuert wird. Auch hierbei wird der Strom durch die Gesamtheit der Verbraucher 4, 10 ebenfalls während eines Schaltvorgangs

durch das messende Element 5 erfasst und als Regelgröße des regelnden Elements 6 verwendet. In diesem Fall begrenzen die Leistungstransistoren 3, 9 den Strom auf einen Wert größer als das 0,9 oder 0,8 oder 0,5 oder 0,3 fache wiederum des Wertes, der ohne Schaltvorgang durch die Verbraucher 4, 10 fließt.

[0033] Im Folgenden wird die beispielhafte Figur 3 beschrieben.

[0034] Nun ist es auch denkbar, dass mehrere serielle Verbraucherstränge beispielsweise aus einem ersten Verbraucherstrang aus zwei seriell verschalteten Verbrauchern 4, 10 und einem zweiten Verbraucherstrang aus zwei weiteren seriell verschalteten Verbrauchern 17, 19 parallel von einer Stromquelle 1 versorgt werden. Diese Anordnung kann vorteilhafterweise zur Lastverteilung zwischen den beiden Verbrauchersträngen genutzt werden.

[0035] Hierbei kann es beispielsweise sinnvoll sein, dass zum einen eine Strommessstelle 22 für den Gesamtstrom in beide Verbraucherstränge hinein vorgesehen wird und zum anderen jeder Verbraucherstrang für sich über je eine Strommesseinrichtung 5, 21 verfügt.

[0036] Die Schalter 3, 9, 16, 18 werden über die Steuerleitungen 12, 13, 23, 24 durch den Regler 6 angesteuert. In diesem Beispiel werden Shunt-Widerstände 14, 22, 5, 21 als beispielhafte Strommessstellen verwendet. Die entsprechenden Potenziale der zugehörigen Knoten 7, 8, 20, 11, 25 werden als beispielhafte Eingangssignale dem Regler 6 zugeführt, der daraus die Steuersignale 12, 13, 23, 24 für die Schalter 3, 9, 16, 18 erzeugt.

[0037] In diesem und in dem Fall, dass alle Verbraucher 4, 10, 17, 19 zumindest zeitweise innerhalb einer Periode mit Energie versorgt werden sollen, ist es sinnvoll, die Überbrückung der Verbraucher 4, 10, 17, 19 abwechselnd durchzuführen. Beispielsweise kann es erforderlich sein, mehrere der Verbraucher 4, 10, 17, 19, beispielsweise LEDs, zumindest zeitweise anzuschalten. Hierbei kann es erforderlich sein, dass die Zeit der Energiezufuhr innerhalb einer Zeitperiode anteilig aufgeteilt wird, wobei bei mehreren Verbrauchern sich Aktivitätsintervalle überlappen können, aber nicht müssen. Es können ebenso Zeiten vorkommen, in denen kein Verbraucher 4, 10, 17, 19 Energie verbraucht und ggf. der Energiespeicher 2, wenn notwendig, mit Energie beladen wird oder beladen werden kann. Bei einem Kondensator 2 sind dies Lade- und Entladevorgänge. Soll dieser Fall vorkommen, so müssen alle Verbraucher abgetrennt werden können. Ein solcher Schalter, der seriell zu allen Verbrauchern wäre, ist in den Figuren nicht eingezeichnet.

[0038] Bei einem solchen Umschaltvorgang von einer Last zur anderen ist es sinnvoll, dass durch gleichzeitiges SCHLIESSEN oder eine gleichzeitige Verringerung des Durchlasswiderstands eines ersten Schalters, beispielsweise des Schalters 3, und gleichzeitiges ÖFFNEN oder eine gleichzeitige Erhöhung des Durchlasswiderstands eines zweiten Schalters, beispielsweise des Schalters 16, der Strom im messenden Element 22 oder die Stro-

mänderungsgeschwindigkeit im messenden Element 22 oder eine höhere Zeitableitung der Stromänderungsgeschwindigkeit im messenden Element 22 innerhalb des vorgegebenen oder programmierten Bereichs bleibt.

[0039] Im Falle der Parallelschaltung mehrerer serieller Verbraucherzweige kann das messende Element 22 auch aus mehreren solchen Elementen 5, 21 in den einzelnen Zweigen mit anschließender Summierung oder einer vektoriellen Bereichsvorgabe oder in einem messenden Element 22 in Sternpunkten bestehen.

[0040] Es ist daher möglich, dass diese Bedingungen für den Gesamtstrom eines seriellen Teilzweiges und/oder für den Gesamtstrom mehrerer serieller Teilzweige und/oder für den Gesamtstrom aller von der Stromquelle versorgten Verbraucher gelten. Es ist auch denkbar, sowohl Bedingungen für mehrere Teilzweige und/oder den Gesamtstrom vorzugeben.

[0041] Für den Fall mindestens zweier parallel zu versorgender Lasten aus einer Quelle 1 kann vorteilhafterweise durch Modulation der Schaltelemente 3 durch den Regler 6 eine vorgegebene Stromverteilung in diesen Lasten herbeigeführt werden. Diese Modulation der Schaltelemente 3 durch den Regler 6 kann beispielsweise mithilfe analoger Impedanz-Variationen oder zeitdiskret durch PWM-Ansteuerung erfolgen. Dies ist insbesondere deshalb von Interesse, weil ansonsten sich die Stromverteilung auf die mindestens zwei Zweige unkontrolliert ändern kann.

[0042] Analog kann die Anzahl der Schaltvorgänge im Verbrauchernetzwerk, die sich überlappen dürfen, begrenzt werden. Es ist somit sinnvoll, dass während des Ein- und/oder Ausschaltens, also der ÖFFNENS oder SCHLIESSENS, oder der Änderung des Durchlasswiderstands eines ersten Schalters, beispielsweise des Schalters 4, kein zweiter Schalter oder nur eine vorgegebene Anzahl zweiter Schalter ein- oder ausgeschaltet wird oder in seinem/ihrem Durchlasswiderstand verändert wird/werden. Eine vorteilhafte Auslegung dieser Überlappung stellt das zeitgleiche ÖFFNEN und SCHLIESSEN von zweimal N Schaltern 3 in der Art dar, das die vorgegebene Sollgröße während der Übergänge konstant bleibt.

[0043] Darüber hinaus ist es sinnvoll, wenn sichergestellt wird, dass der Abstand solcher Ereignisse in der Art erfolgt, dass das von der Vorrichtung abgestrahlte elektromagnetische Störspektrum den jeweiligen Anforderungen der Anwendung genügt. Beispielsweise ist es denkbar, einen zeitlichen Mindestabstand, hier bezeichnet mit $t_{\min_s}$, zwischen zwei Schaltvorgängen vorzugeben.

[0044] Typischerweise kann also eine erfindungsgemäße Vorrichtung auch mehrere parallelgeschaltete Zweige serieller Verschaltungen von Verbrauchern aufweisen, wobei diese wiederum jede für sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung darstellen. Natürlich kann es sich bei einem Zweig um eine nicht erfindungsgemäße Vorrichtung handeln, wenn deren Einfluss durch die Regelfähigkeiten des erfindungsgemäßen Zweiges kom-

pensiert werden kann. Im einfachsten Fall kann es sich also um einen einzelnen Verbraucher handeln, der zu einer Serienschaltung aus zwei Verbrauchern oder sogar nur einem einzelnen Verbraucher parallel geschaltet ist und ggf. auch über einen Schalter verfügt. In einem solchen Verbrauchernetzwerk kann es an verschiedenen Stellen weitere Energiespeicher und Stromquellen geben, die ggf. den Strom in einzelnen Zweigen stabilisieren und begrenzen.

[0045] In einem solchen Netzwerk muss, damit die Regelung greifen kann, mindestens einem Verbraucher ein Schalter parallel geschaltet sein. Natürlich kann es ebenso sinnvoll sein, jeden der Zweige einzeln oder mehrere Zweige in Summe durch gesonderte Messvorrichtungen zu überwachen. Auch hierbei können jeweils der Stromwert selbst oder die Stromänderungsgeschwindigkeit oder eine höhere zeitliche Ableitung des Stromes durch den jeweils betroffenen sequentiellen Teilbaum der besagten Verbraucher gemessen und für die Regelung verwendet werden.

[0046] Schließlich ist noch zu erwähnen, dass der Öffnungs- und Schließvorgang eines Schalters, beispielsweise des Schalters 3, durch den Regler 6 abgebrochen werden kann, wenn, die Systemantwort in Form der zeitlichen Stromänderung eines der Ströme an einer oder mehrerer der Messstellen 14, 22, 5, 21 nicht innerhalb eines Toleranzbandes um eine zeitliche Änderungssollfunktion herum erfolgt. In dem Beispiel handelt es sich um vier Ströme an den Messstellen 14, 5, 22, 21, also einem Stromvektor. Dementsprechend kann es sich bei dem Toleranzband auch um ein Toleranzband mit einem mehrdimensionalen Querschnitt handeln. In diesem Fall also beispielsweise um einen vierdimensionalen Querschnitt.

[0047] Dies eröffnet die Möglichkeit, auf einen Fehler zu schließen. Dies ist insbesondere bei der Detektion sicherheitsrelevanter Ausfälle, beispielsweise bei Heckleuchten von Kraftfahrzeugen von Vorteil. Sollte also nun beispielsweise der Strom bei einem ÖFFNEN des Schalters 3 einbrechen, so könnte ein Fehler in der entsprechenden Last 4, beispielsweise einer LED, derart vorliegen, dass der Stromkreis in dieser Last 4 aufgrund eines Fehlers dieser Last 4 unterbrochen ist.

[0048] Umgekehrt kann ein Kurzschluss der Last 4 detektiert werden, wenn der Strom bei einem SCHLIESSEN des Schalters 3 nicht ansteigt, sondern beispielsweise gleichbleibt.

[0049] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann also auf den Zustand der Verbraucherkette, in diesem Beispiel bestehend aus den Verbrauchern 4, 10, 17, 19, und insbesondere auf deren korrekte Funktion geschlossen werden.

[0050] Der Regler 6 kann dann je nach Vorgabe zum einen die Reglerfunktion ändern oder sogar den Öffnungs- und Schließvorgang ganz abbrechen und/oder andere Schalter ÖFFNEN oder SCHLIESSEN oder sonst wie deren Zustand ändern oder die Topologie der Vorrichtung ändern.

[0051] Diese Überwachung hat ihre Relevanz bei Buck-Schaltreglern, die im Falle geringer Eingangsspannung maximal eben diese auf den Ausgang legen würden. Dies ist beispielsweise in Fahrzeugen oft der Fall. So weisen Kraftfahrzeuge typischerweise einen Spannungseinbruch während des Anlassens oder des Start/Stop-Vorgangs auf.

[0052] Schließlich Figur 4 soll noch erwähnt werden, dass bei einer Serienschaltung von mehreren Verbrauchern 4, 10, 17, die Energieaufnahme der einzelnen Verbraucher 4, 10, 17 in Summe und relativ zueinander geregelt werden kann. Als Beispiel soll hier die Steuerung einer RGB-Leuchtdioden-Einheit zur farblichen Bestrahlung eines Objekts O beschrieben werden.

[0053] So ist es beispielsweise bei drei Verbrauchern 4, 10, 17 in Serie mit je einem Schalter 3, 9, 16 denkbar, das ÖFFNEN und SCHLIESSEN der Schalter 3, 9, 16 von drei Parametern, in der Folge als Y, M, K beschrieben, abhängig zu machen.

[0054] Dabei wird beispielsweise eine PWM-Modulation der Aktivität der Verbraucher 4, 10, 17 verwendet. Handelt es sich bei den drei Verbrauchern 4, 10, 17 beispielsweise um drei LEDs in den drei Grundfarben rot, gelb, blau, so wird mit dem Y-Signal die Helligkeit aller drei Dioden, mit M und K der Farbvektor, also die relative Helligkeit der drei Dioden zueinander geregelt. Da die Wahrnehmung durch den Menschen stark nichtlinear ist, ist es sinnvoll, wenn ggf. eine Korrektur des Farbvektors durch eine Korrekturfunktion des Reglers 6 in Abhängigkeit vom Y-Signal und weiteren helligkeitsbestimmenden Parametern erfolgt.

[0055] Ein helligkeitsbestimmender Parameter in diesem Sinne wäre beispielsweise die Energielieferung der Stromquelle und der Energieinhalt des Energiespeichers 2 sowie deren Ableitungen.

[0056] Natürlich ist die Anwendung beliebiger anderer Farbraummodelle als eines YMK Farbraums denkbar. Beispiele hierfür wären

- der LMS-Farbraum - der physiologische Farbraum, der auf den spektralen Empfindlichkeiten der L-, M-, S-Zapfen aufbaut,
- der XYZ-Farbraum - von der CIE ursprünglich aufgestellter Normfarbraum, auf rechnerischen Koordinaten X, Y, Z konstruiert, die aus Zapfenempfindlichkeiten erstellt sind,
- der RGB-Farbraum - der für Computermonitore und als Internetstandard genutzt wird,
- das CMYK-Farbmodell - das beim Desktoppublishing und in der Druck-Endstufe genutzt wird,
- der HSV-Farbraum mit den Varianten HSL, HSB, HSI - Design die typischerweise für Dokumentation von Malerei und in der Videokunst benutzt werden,

- der Lab-Farbraum - ein CIE-Farbenraum, der aus XYZ abgeleitet ist und der ebenfalls alle wahrnehmbaren Farben umfasst; und dessen Weiterentwicklung der DIN99-Farbraum darstellt,
- der LCh°-Farbraum, welcher keinen weiteren Farbraum im eigentlichen Sinne, bezeichnet, sondern eine Darstellung von HSV, LUV oder LAB in Polarkoordinaten ist,
- der I1I2I3-Farbraum, welcher ein rechentechnisch optimierter Farbraum für die Bildverarbeitung ist,
- das YCbCr-Farbmodell - kurz YCC -, das im digitalen Fernsehen insbesondere im digitales PAL, als auch im digitalen NTSC, DVB, JPEG, MPEG, DVD-Video Verwendung findet,
- den xvYCC Farbraum, einem gegenüber YCbCr erweiterten Farbraum, der die gesamten 8 Bit pro Farbkanal nutzt und für Flachbildschirme verwendet wird,
- das YPbPr-Farbmodell, das für analoges HDTV und analoge Component-Video-Signale verwendet wurde,
- das YUV-Farbmodell, das beim für analogen PAL und NTSC verwendet wurde,
- das YIQ-Farbmodell bei älteren Formen des analogen NTSC Verwendung fand,
- das YDbDr-Farbmodell das bei analogem SECAM Verwendung fand und
- das YCC-Farbmodell das für spezielle Photo CDs verwendet wird.

[0057] Diese beispielhaften Formate sind offensichtlich nur ein Ausschnitt der möglichen Farbformate.

[0058] Es ist sinnvoll, wenn ein Farbsensor 26 entweder

1. die Abstrahlung der Leuchtdioden und/oder
2. die Rückstrahlung vom zu beleuchtenden Objekt

misst und diese Werte in den Regler 6 einfließen.

[0059] Dies ist ein Beispiel für den allgemeinen Fall, dass die Wirkung der Verbraucher 4, 10, 17 überwacht wird und ebenfalls durch den Regler 6 nachgesteuert wird.

[0060] Der Regler 6 sorgt nun dafür, dass

1. die Helligkeit der Beleuchtung und damit der Energieverbrauch der Lasten 4, 10, 17 der durch die Stromquelle 1 und dem Energiespeicher 2 zur Verfügung gestellten Energiemenge entspricht und

2. die Energiemengenaufteilung auf die Verbraucher 4, 10, 17 dem Ziel - hier einer vorgegebenen farblichen Beleuchtung oder farblichen Rückstrahlung durch ein bestrahltes Objekt O - entspricht.

5

[0061] Figur 4 zeigt im Übrigen nur die Regelung der farblichen Rückstrahlung vom Objekt O.

10

[0062] Besonders vorteilhaft ist, dass dabei fehlerhafte Zustände der Verbraucher 4, 10, 17, wie oben beschrieben detektiert werden können.

10

[0063] Daher ist es sinnvoll, wenn der Regler über eine Schnittstelle IF mit einem Steuergerät, beispielsweise einer Datenverarbeitungsanlage Zustandsdaten austauschen kann.

15

[0064] Diese Zustandsdaten können beispielsweise unter anderem Fehlerzustände, Schaltzustände der Schaltsignale 13, 12, 23 und somit Regelwerte, Werte der Sensoren 26 und der Strommessstellen 14, 5 und Spannungen an den Knoten 7, 11 sein.

20

[0065] Ein weiterer Regelparameter kann die Temperatur des Systems oder von Teilen des Systems, insbesondere die Temperatur der Verbraucher 4, 10, 17 oder der Schalter 13, 12, 23 oder der Stromquelle 1 sein. Ein entsprechender Sensor ist allerdings in Figur 4 nicht eingezeichnet, wird aber ebenfalls von dem Regler 6 ausgewertet.

25

[0066] Ein typischer Regelalgorithmus des Reglers 6 wird dann so gewählt, dass immer die Energieentnahme aus den beiden Energiequellen, der Stromquelle 1 und dem Energiespeicher 2 einem Maximalwert oder einem intern oder extern vorgegebenen Wert oder dem aktuellen Wert einer vorgegebenen externen Regelfunktion der Zeit entspricht, wenn nicht die Energieentnahme durch andere Faktoren, beispielsweise in diesem Beispiel der Helligkeitsvorgabe oder der Temperatur von Systemkomponenten eingeschränkt wird. Beispielsweise ist es denkbar, dass ein Konstantwert eingestellt wird oder aber, dass zu bestimmten Nachtzeiten im Falle von LEDs als Lasten unterschiedliche Helligkeiten eingestellt werden.

30

[0067] Somit ergibt sich ein Verfahren zur Prüfung einer solchen Vorrichtung, bei dem eine oder mehrere Lasten in einer Vorrichtung, wie sie zuvor beschrieben wurde, und in den Ansprüchen definiert wird, betrieben werden. Die Vorrichtung weist dabei eine Messvorrichtung 5 auf, die in der Lage ist,

35

- den Stromwert und/oder
- die Stromänderungsgeschwindigkeit und/oder
- eine höhere zeitliche Ableitung des Stromwertes

40

zumindest durch einen ersten Verbraucher oder eine sequentielle Verschaltung von mehreren ersten Verbrauchern 4 oder ein Teilnetz von ersten Verbrauchern 4 zu messen. Weiter weist die Vorrichtung einen Regler 6 auf, der in Abhängigkeit von einem der zuvor ermittelten Werte einen der Schalter 3 öffnet oder schließt oder dessen Durchlasswiderstand verändert. Natürlich sind Vorrich-

45

tungen mit mehreren Schaltern und Verbrauchern denkbar, wie zuvor beschrieben. Der besagte Regler 6 überprüft dabei typischerweise gleichzeitig, ob die zeitliche Veränderung

- des Stromwerts und/oder
- der Stromänderungsgeschwindigkeit und/oder
- einer höheren zeitlichen Ableitung des Stromwertes durch den besagten - Verbraucher oder eine sequentielle Verschaltung von mehreren ersten Verbrauchern 4 oder dem zuvor genannten Teilnetz vorgabegerecht erfolgt. Die Überprüfung gegenüber einer Vorgabe erfolgt dabei in der Weise, dass der zu überprüfende Wert einer vorgegebenen Soll-Funktion in Abhängigkeit von dem zeitlichen Verlauf des ÖFFNENS oder SCHLIESSENS oder der Änderung des Durchlasswiderstands innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbandes folgen muss.

[0068] Hieraus ermittelt der Regler 6 oder eine andere Komponente, beispielsweise ein μ -Controller, der Daten vom Regler 6 über eine Schnittstelle IF erhält, einen Messwert für den Zustand des Verbrauchers. Die Regel-funktion des Reglers 6 wird in Abhängigkeit von der Abweichung von einer solchen Sollfunktion verändert. Der so ermittelte Messwert kann dabei auch ein binärer Messwert sein. Beispielsweise ist es denkbar, dass der Messwert "defekt" oder "nicht defekt" bedeutet.

[0069] Natürlich kann dabei ein Energiespeicher 2 in einer solchen so betrieben werden, dass diese Vorrichtung eine Messvorrichtung aufweist, die in der Lage ist,

- den verbleibenden Energieinhalt des Energiespeichers 2 und/oder
- die Änderungsgeschwindigkeit des Energieinhalts mindestens des Energiespeichers 2 und/oder
- eine höhere zeitliche Ableitung des Energieinhalts mindestens des besagten Energiespeichers 2

zu messen. Dabei weist die Vorrichtung typischerweise einen Regler 6 auf, der in Abhängigkeit von zumindest einem der zuvor ermittelten Werte typischerweise einen der Schalter 3 öffnet oder schließt oder dessen Durchlasswiderstand verändert. Dabei prüft der besagte Regler 6 gleichzeitig, ob die zeitliche Veränderung

- des verbleibenden Energieinhalts des Energiespeichers 2 und/oder
- der Änderungsgeschwindigkeit des Energieinhalts des Energiespeichers 2 und/oder
- einer höheren zeitlichen Ableitung des Energieinhalts des besagten Energiespeichers 2 ,

einer vorgegebenen Funktion folgt. Diese vorgegebene Funktion ist typischerweise abhängig von dem zeitlichen Verlauf des ÖFFNENS oder SCHLIESSENS oder der Än-

derung des Durchlasswiderstands. Dabei darf der gemessene Wert ein vorgegebenes Toleranzband nicht verlassen. Natürlich kann der Energieinhalt wieder auch in Form einer signifikanten Größe ermittelt werden. Beispielsweise ist es denkbar, nur den Strom in einen Kondensator, der als Energiespeicher dient, hinein oder aus diesem heraus aufzuintegrieren und daraus auf den Ladungszustand zu schließen. Analog könnte auch die Kondensatorspannung gemessen werden. Wie oben kann hieraus wieder ein Messwert für den Zustand des Energiespeichers abgeleitet werden. Auch kann wieder die Regelfunktion des Reglers 6 in Abhängigkeit von der Abweichung von einer solchen Sollfunktion verändert werden. Da diese Informationen für höher geordnete Systeme wichtig sein können, ist es sinnvoll, diese Zustandswerte der Vorrichtung über eine Schnittstelle IF an das höher geordnete System, beispielsweise ein Rechnersystem zu übertragen. Hierbei können beispielsweise

- ein Regelwert eines der Ausgänge des Reglers,
- ein interner Regelwert des Reglers,
- ein Messwert oder Zustandswert eines der Sensoren 26,
- der Stromwert einer der Strommessstellen 14, 5,
- der Spannungswert an einem der Knoten 7, 11,
- die Differenz zwischen Regelwert und Messwert am Regler 6,
- der Zustand eines oder mehrerer der beteiligten Schaltelemente 3,
- ein Messwert entsprechend der Spannung über mindestens einem der Schaltelemente 3,
- ein Messwert entsprechend dem Strom in mindestens einem der Schaltelemente 3

als Werte übertragen werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit

- mindestens einem ersten Verbraucher, mindestens einer Stromquelle und mit einer Energieversorgungseinheit zur Energieversorgung des mindestens einen ersten Verbrauchers (4), wobei die Energieversorgungseinheit versehen ist mit

- mindestens einem Energiespeicher (2),

- wobei durch die mindestens eine Stromquelle (1) und den mindestens einen Energiespeicher (2) Energie in einen ersten Ausgangsknoten (7) einspeisbar ist,

- wobei über diesen Ausgangsknoten (7) der mindestens eine erste Verbraucher (4) zumindest zeitweise mit Energie versorgbar ist,

- wobei der Energiespeicher (2) ausgelegt ist, dann Energie zu liefern, wenn die Energielieferung der Stromquelle (1) nicht ausreichend ist und der Energiespeicher (2) noch genügend Energieinhalt aufweist,

- mindestens einem zum mindestens einen ersten Verbraucher (4) parallel geschalteten Schalter (3) zur Überbrückung und/oder zur Aufhebung einer Überbrückung des dem Schalter (3) zugeordneten ersten Verbrauchers (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ferner versehen ist mit,

- mindestens einer Stromveränderungs-Ermittlungsvorrichtung (5) und/oder einer Energie- und/oder Energieveränderungs-Ermittlungsvorrichtung,

- wobei die Stromveränderungs-Ermittlungsvorrichtung (5) ausgelegt ist,

a) die Stromänderungsgeschwindigkeit und/oder

b) eine höhere zeitliche Ableitung des Stromwertes durch den besagten ersten Verbraucher (4) oder eine sequentielle Verschaltung von mehreren ersten Verbrauchern (4) insbesondere messtechnisch zu ermitteln und/oder

- wobei die Energie- und/oder Energieveränderungs-Ermittlungsvorrichtung (14) ausgelegt ist,

a) den verbleibenden Energieinhalt des mindestens einen Energiespeichers (2) und/oder

b) die Änderungsgeschwindigkeit des Energieinhalts des mindestens einen Energiespeichers (2) und/oder

c) eine höhere zeitliche Ableitung des Energieinhalts des mindestens einen Energiespeichers (2)

insbesondere messtechnisch zu ermit-

teln, wobei der Energieinhalt auch in Form der Ermittlung einer ihn repräsentierenden Größe ermittelbar ist, und

- mindestens einem Regler (6), der in Abhängigkeit von zumindest einem der zuvor ermittelten Werte mindestens einen der Schalter (3) öffnet oder schließt oder dessen Durchlasswiderstand verändert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Strom-Ermittlungsvorrichtung (5), die ausgelegt ist, den Stromwert durch den besagten ersten Verbraucher (4) oder eine sequentielle Verschaltung von mehreren ersten Verbrauchern (4) zu ermitteln.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- sie mehr als einen ersten Verbraucher (4) aufweist und dass diese ersten Verbraucher (4) in Serie geschaltet sind und

- dass die ersten Verbraucher (4) von zumindest einem Teilstrom der Stromquelle (1) versorgbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist,

- keinen Schalter zu schließen oder in seinem Durchlasswiderstand zu verringern,

a) wenn der gemessene Stromwert oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max 1}$ liegt und/oder

b) wenn der Betrag der gemessenen Stromänderungsgeschwindigkeit oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_sp1}$ liegt und/oder

c) wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromwertes oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_ac1}$ liegt und/oder

- keinen Schalter zu öffnen oder in seinem Durchlasswiderstand zu erhöhen,

a) wenn der gemessene Stromwert unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min 1}$ liegt und/oder

b) wenn der Betrag der gemessenen Stromänderungsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_sp1}$ liegt und/oder

c) wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromwertes unter-

- halb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_ac1}$ liegt.
5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist,
- die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu verringern, wenn der gemessene Stromwert oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu verringern, wenn der Betrag der gemessenen Stromänderungsgeschwindigkeit oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_sp2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu verringern, wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromwertes oberhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\max_ac2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu erhöhen, wenn der gemessene Stromwert unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise erhöht wird, wenn der Betrag der gemessenen Stromänderungsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_sp2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu erhöhen, wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Stromwertes unterhalb eines vorgegebenen Wertes $I_{\min_ac2}$ liegt.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist,
- die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu senken, wenn der gemessene Energieinhalt des Energiespeichers 2 unterhalb eines vorgegebenen Wertes U_{es_min2} liegt
- und/oder
- die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu senken, wenn der Betrag der gemessenen Energieinhaltsänderungsgeschwindigkeit des Energiespeichers 2 oberhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_max_sp2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu senken, wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Energieinhalts des Energiespeichers oberhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_max_ac2}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu erhöhen, wenn der gemessene Energieinhalt des Energiespeichers 2 oberhalb eines vorgegebenen Wertes U_{es_min3} liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu erhöhen, wenn der Betrag der gemessenen Energieinhaltsänderungsgeschwindigkeit unterhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_max_sp3}$ liegt und/oder
 - die mittlere Dauer der Schließung oder der Durchlasswiderstandsverringern eines Schalters bezogen auf eine Zeitperiode zumindest zeitweise zu erhöhen, wenn der Betrag der gemessenen höheren Zeitableitung des Energieinhaltes des Energiespeichers 2 unterhalb eines vorgegebenen Wertes $U_{es_min_ac3}$ liegt.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der mindestens eine Schalter ein Leistungstransistor ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Leistungstransistor durch einen Regler ansteuerbar ist, so dass der während eines Schaltvorgangs durch ein Messelement erfasste Stromwert als mindestens eine Regelgröße dieses Reglers verwendbar ist und der Leistungstransistor ausgelegt ist, den Stromwert auf einen Wert kleiner als das 1,1 oder 1,2 oder 1,4 fache oder doppelte desjenigen Wertes zu begrenzen, der ohne Schaltvorgang durch die Verbraucher

fließt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Leistungstransistor durch einen Regler ansteuerbar ist, so dass der während eines Schaltvorgangs durch ein Messelement erfasste Stromwert als mindestens eine Regelgröße dieses Reglers verwendbar ist, und der Leistungstransistor ausgelegt ist, den Stromwert auf einen Wert größer als das 0,9 oder 0,8 oder 0,5 oder 0,3 fache desjenigen Wertes zu begrenzen, der ohne Schaltvorgang durch die Verbraucher fließt.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist,

- durch Schließen oder eine Verringerung des Durchlasswiderstands mindestens eines ersten Schalters bei gleichzeitigem Öffnen oder gleichzeitiger Erhöhung des Durchlasswiderstands mindestens eines zweiten Schalters

- a) den von einem Messelement erfasstem Stromwert und/oder
- b) die Änderungsgeschwindigkeit des von einem Messelement erfassten Stroms und/oder
- c) eine höhere Zeitableitung der Änderungsgeschwindigkeit des von einem Messelement erfassten Stroms

innerhalb eines vorgegebenen oder programmierten Bereichs zu halten.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist,

- während des Ein- und/oder Ausschaltens oder der Änderung des Durchlasswiderstands mindestens eines ersten Schalters keinen zweiten Schalter ein- oder auszuschalten oder in seinem Durchlasswiderstand zu verändern und/oder
- den zeitlichen Abstand zwischen dem Ein- und/oder Ausschalten oder der Änderung des Durchlasswiderstands mindestens eines ersten Schalters und dem Ein- und/oder Ausschalten oder der Änderung des Durchlasswiderstands mindestens eines zweiten Schalters einen Minimalwert $t_{\min_s}$ nicht zu unterschreiten.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- eine Vorrichtung zur Versorgung einer Schaltung von mindestens drei Verbrauchern (4),
- wobei diese mindestens drei Verbraucher in mindestens zwei parallelgeschalteten Serienschaltungen verschaltet sind, wobei

- mindestens eine dieser mindestens zwei Serienschaltungen eine Serienschaltung aus mindestens zwei Verbrauchern (4) ist und
- die andere Serienschaltung der mindestens zwei Serienschaltungen ein einzelner dritter Verbraucher (4) oder eine Serienschaltung aus zwei und mehr Verbrauchern (4) sein kann,

- wobei durch mindestens eine Stromquelle (1) und einen Energiespeicher (2) in einen ersten Ausgangsknoten (7) Energie einspeisbar ist,
- wobei über diesen Ausgangsknoten (7) die mindestens drei Verbraucher (4) zumindest zeitweise mit Energie versorgbar sind und
- wobei zu mindestens einem der besagten mindestens drei Verbraucher (4) mindestens ein Schalter (3) zum Überbrücken und/oder zur Aufhebung einer Überbrückung des betreffenden Verbrauchers (4) parallel geschaltet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch**

- mindestens eine Vorrichtung (5), die

- a) den Stromwert und/oder
- b) die Stromänderungsgeschwindigkeit und/oder
- c) eine höhere zeitliche Ableitung des Stromwertes

durch die sequentielle Verschaltung der besagten Verbraucher (4) mindestens einer oder mehrerer oder aller der besagten mindestens zwei Serienschaltungen insbesondere messtechnisch ermittelt.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- sie mindestens zwei Verbraucher aufweist,
- und mindestens je einen zugeordneten Schalter, also insgesamt mindestens zwei solche Schalter aufweist,
- der Regler (6) ausgelegt ist, um den gemeinsamen Energieverbrauch zumindest dieser beiden Verbraucher so zu regeln, dass dieser mit einem durch den Regler (6) oder von außerhalb des Systems vorgegebenen Wert linear oder

nichtlinear korrespondiert, und

- der Regler (6) ausgelegt ist, den relativen Energieverbrauch zumindest dieser beiden Verbraucher für jeden dieser Verbraucher jeweils einzeln so zu regeln, dass der besagte gemeinsame Energieverbrauch, im Sinne einer Wirkung innerhalb der zulässigen Toleranzen der Anwendung, in der die Vorrichtung betrieben wird, nicht von den einzelnen relativen Energieverbräuchen zumindest dieser beiden Verbraucher abhängt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Verbrauchern um Leuchtmittel oder Leuchtdioden in einer oder mehreren Leuchtfarben handelt.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinheit ausgelegt ist, den Energieumsatz in Energieumsatzhöhe und/oder in der Aufteilung auf die Verbraucher von einem oder mehreren der folgenden Parameter abhängig zu gestalten von:

- a) einem über eine Schnittstelle empfangenen oder programmierten Wert und/oder
- b) dem Messwert eines oder mehrerer Farbsensoren und/oder
- c) dem Messwert eines Temperaturfühlers und/oder
- d) dem Messwert eines anderen Sensors, der eine Wirkung mindestens eines der Verbraucher misst.

Claims

1. A device comprising

- at least one first consumer, at least one current source, and with an energy supply unit to supply energy to the at least one first consumer (4), wherein the energy supply unit is provided with

- at least one energy storage (2),

- wherein energy can be fed into a first output node (7) by the at least one current source (1) and the at least one energy storage (2),

- wherein the at least one first consumer (4) can at least temporarily be supplied with energy through this output node (7),

- wherein the energy storage (2) is designed to supply energy when the energy delivery of the current source (1)

is insufficient and the energy storage (2) still has sufficient energy content;

- at least one switch (3) connected in parallel with the at least one first consumer (4) to bypass the first consumer (4) associated with the switch (3) or to cancel a bypass of the first consumer (4) associated with the switch (3),

characterized in that the energy supply unit is further provided with

- at least one current change detection device (5) and/or energy detection device and/or energy change detection device,

- wherein the current change detection device (5) is designed to determine,

- a) the rate of change in the current; and/or
- b) a higher time derivative of the current value through the aforementioned first consumer (4) or a sequential circuit of multiple first consumers (4),

in particular using measurement techniques; and/or

- wherein the energy and/or energy change detection device (14) is designed

- a) to determine the remaining energy content in the at least one energy storage (2), and/or
- b) to determine the rate of change of the energy content in the at least one energy storage (2); and/or
- c) a higher time derivative of the energy content in the at least one energy storage (2)

in particular using measurement techniques, wherein the energy content can also be determined by determining a value representing it; and

- at least one controller (6) that opens or closes at least one of the switches (3), or changes its conducting-state resistance, on the basis of at least one of the previously determined values.

2. The device according to claim 1, **characterized by** at least one current detection device (5) designed to detect the current value through the aforementioned first consumer (4) or a sequential circuit of multiple

first consumers (4).

3. The device according to claim 1 or 2, **characterized in that**

- it comprises more than one first consumer (4), the first consumers (4) being connected in series; and
- the first consumers (4) can be supplied by at least a partial current of the current source (1).

4. The device according to claim 2 or 3, **characterized in that** the energy supply unit is designed

- not to close any switch or not to reduce its conducting-state resistance if

- a) the measured current value lies above a specified value $I_{\max 1}$, and/or
- b) the amount of the measured rate of change in the current lies above a specified value $I_{\max-sp1}$, and/or
- c) the amount of the measured higher time derivative of the current value lies above a specified value $I_{\max-ac1}$, and/or

- not to open any switch or not to increase its conducting-state DC resistance if

- a) the measured current value lies below a specified value $I_{\min 1}$, and/or
- b) the amount of the measured rate of change in the current lies below a specified value $I_{\min-sp1}$, and/or
- c) the amount of the measured higher time derivative of the current value lies below a specified value $I_{\min-ac1}$.

5. The device according to any one or a plurality of claims 1 to 4, **characterized in that** the energy supply unit is designed

- to reduce, at least temporarily, the mean duration of the closing or the reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the measured current value lies above a specified value $I_{\max 2}$, and/or
- to reduce, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured rate of change in the current lies above a specified value $I_{\max-sp2}$, and/or
- to reduce, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured higher time derivative of the current value lies above a spec-

ified value $I_{\max-ac2}$, and/or

- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the measured current value lies below a specified value $I_{\min 2}$, and/or
- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured rate of change in the current lies below a specified value $I_{\min-sp2}$, and/or
- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period, if the amount of the measured higher time derivative of the current value lies below a specified value $I_{\min-ac2}$.

6. The device according to any one or more of the preceding claims, **characterized in that** the energy supply unit is designed

- to lower, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the measured energy content of the energy storage (2) lies below a specified value U_{es_min2} , and/or
- to lower, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured rate of change in the energy content of the energy storage 2 lies above a specified value $U_{es_max_sp2}$, and/or
- to lower, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured higher time derivative of the energy content of the energy storage lies above a specified value $U_{es_max_ac2}$, and/or
- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the measured energy content of the energy storage 2 lies above a specified value U_{es_min3} , and/or
- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time period if the amount of the measured rate of change in the energy content lies below a specified value $U_{es_max_sp3}$, and/or
- to increase, at least temporarily, the mean duration of the closing or reduction in the conducting-state resistance of a switch relative to a time

- period, if the amount of the measured higher time derivative of the energy content of the energy storage 2 lies below a specified value $U_{es_min_ac3}$.
7. The device according to any one or a plurality of the preceding claims, **characterized in that**
- the at least one switch is a power transistor.
8. The device according to claim 7, **characterized in that**
- the power transistor can be controlled by a controller, so that the current value captured by a sensing element during a switching process can be used as at least one controlled variable of this controller and the power transistor is designed to limit the current value to a value smaller than 1.1 or 1.2 or 1.4 or 2.0 times the value that flows through the consumers without a switching process, or double this value.
9. The device according to claim 7 or 8, **characterized in that**
- the power transistor can be controlled by a controller, so that the current value captured by a sensing element during a switching process can be used as at least one controlled variable of this controller and the power transistor is designed to limit the current value to a value greater than 0.9 or 0.8 or 0.5 or 0.3 times the value that flows through the consumers without a switching process.
10. The device according to any one or a plurality of the preceding claims, **characterized in that** the energy supply unit is designed
- to close, or reduce the conducting-state resistance of, at least one first switch simultaneously with the opening or increasing of the conducting-state resistance of at least one second switch in order to keep the following within specified or programmed range:
 - a) the current value captured by a sensing element, and/or
 - b) the rate of change in the current captured by a sensing element, and/or
 - c) a higher time derivative of the rate of change in the current captured by a sensing element.
11. The device according to any one or a plurality of the preceding claims, **characterized in that** the energy supply unit is designed so that
- it does not turn on or off any second switch or change its conducting-state resistance during the turning on and/or off or changing the conducting-state resistance of at least of one first switch, and/or
 - the time interval between the turning on and/or off of at least one first switch or changing of its conducting-state resistance and the turning on and/or off of at least one second switch or changing of its conducting-state resistance does not fall below a minimum value t_{min_s} .
12. The device according to any one or a plurality of the preceding claims, **characterized by**
- a device to supply a circuit of at least three consumers (4),
 - wherein these at least three consumers are connected in at least two parallel series circuits, wherein
 - at least one of these at least two series circuits is a series circuit of at least two consumers (4), and
 - the other series circuit of the at least two series circuits can be a single third consumer (4) or a series circuit of two or more consumers (4),
 - wherein energy can be fed into a first output node (7) by at least one current source (1) and an energy storage (2),
 - wherein the at least three consumers (4) can at least temporarily be supplied with energy through this output node (7), and
 - wherein at least one of the aforementioned at least three consumers (4) has least one switch (3) connected in parallel with it to bypass and/or cancel a bypass of the respective consumer (4).
13. The device according to claim 12, **characterized by**
- at least one device (5) that determines
 - a) the current value, and/or
 - b) the rate of change in the current, and/or
 - c) a higher time derivative of the current value
- through the sequential circuit of the aforementioned consumers (4) of at least one or a plurality or all of the aforementioned at least two series circuits, in particular using measurement techniques.
14. The device according to any one or a plurality of the preceding claims, **characterized in that**

- it comprises at least two consumers;
 - and at least one switch associated with each of them, i.e. a total of at least two such switches;
 - the controller (6) is designed to control the common energy consumption of at least these two consumers so that it corresponds, linearly or nonlinearly, with a value specified by the controller (6) or from outside the system, and
 - the controller (6) is designed to control the relative energy consumption of at least these two consumers, individually for each of the consumers, so that keeping the aforementioned common energy consumption within the permissible tolerances of the application in which the device is being operated, does not depend on the individual relative energy consumptions of at least these two consumers.
15. The device according to claim 14, **characterized in that** the consumers are lamps or light-emitting diodes in one or more luminous colors.
16. The device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the energy supply unit is designed to make the energy conversion dependent, both in its amount and/or in its apportionment to the consumers, on one or more of the following parameters:
- a) a value that is received through an interface or is programmed, and/or
 - b) the measured value of one or more color sensors, and/or
 - c) the measured value of a temperature sensor, and/or
 - d) the measured value of another sensor that measures an effect of at least one of the consumers.

Revendications

1. Dispositif, avec

- au moins un premier consommateur, au moins une source de courant et avec une unité d'alimentation en énergie destinée à alimenter en énergie le premier consommateur (4) au moins au nombre de un, l'unité d'alimentation en énergie étant munie
- d'au moins un accumulateur d'énergie (2),
- de l'énergie pouvant être injectée dans un premier noeud de sortie (7) par la source de courant (1) au moins au nombre de un et l'accumulateur d'énergie (2) au moins au nombre de un,

- le premier consommateur (4) au moins au nombre de un pouvant être alimenté en énergie au moins par moments par le biais de ce premier noeud de sortie (7),
- l'accumulateur d'énergie (2) étant conçu pour fournir de l'énergie quand la fourniture d'énergie de la source de courant (1) n'est pas suffisante et quand l'accumulateur d'énergie (2) présente encore une teneur en énergie suffisante,
- avec au moins un commutateur (3) monté en parallèle avec le premier consommateur (4) au moins au nombre de un pour le pontage et/ou pour la suppression d'un pontage du premier consommateur (4) affecté au commutateur (3), **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est en outre munie
- d'au moins un dispositif de détermination de variation de courant (5) et/ou d'un dispositif de détermination d'énergie et/ou de variation d'énergie,
- le dispositif de détermination de variation de courant (5) étant conçu pour, en particulier par des techniques de mesure, déterminer
- a) la vitesse de variation de courant et/ou
- b) une dérivée dans le temps plus élevée de la valeur de courant à travers ledit premier consommateur (4) ou une interconnexion séquentielle de plusieurs premiers consommateurs (4) et/ou
- le dispositif de détermination d'énergie et/ou de variation d'énergie (14) étant conçu pour, en particulier par des techniques de mesure, déterminer
- a) la teneur en énergie restante de l'accumulateur d'énergie (2) au moins au nombre de un, et/ou
- b) la vitesse de variation de la teneur en énergie de l'accumulateur d'énergie (2) au moins au nombre de un et/ou
- c) une dérivée dans le temps plus élevée de la teneur en énergie de l'accumulateur d'énergie (2) au moins au nombre de un,

la teneur en énergie pouvant être déterminée également sous la forme de la détermination d'une grandeur la représentant, et

- avec au moins un régulateur (6) qui, en fonction d'au moins une des valeurs déterminées antérieurement, ouvre ou ferme au moins un des commutateurs (3) ou modifie sa résistance directe. 5
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par** au moins un dispositif de détermination de courant (5) qui est conçu pour déterminer la valeur de courant à travers ledit premier consommateur (4) ou une interconnexion séquentielle de plusieurs premiers consommateurs (4). 10
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce** 15
- qu'il présente plus d'un premier consommateur (4) et en ce que ces premiers consommateurs (4) sont montés en série, et
- en ce que les premiers consommateurs (4) peuvent être alimentés par au moins un courant partiel de la source de courant (1). 20
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour 25
- ne pas fermer de commutateur ou en réduire sa résistance directe, 30
- a) quand la valeur de courant mesurée est supérieure à une valeur $I_{\max 1}$ spécifiée au préalable et/ou
- b) quand le montant de la vitesse de variation de courant mesurée est supérieur à une valeur $I_{\max_sp1}$ spécifiée au préalable et/ou 35
- c) quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée de la valeur de courant est supérieur à une valeur $I_{\max_ac1}$ spécifiée au préalable et/ou 40
- ne pas ouvrir de commutateur ou en augmenter sa résistance directe
- a) quand la valeur de courant mesurée est inférieure à une valeur $I_{\min 1}$ spécifiée au préalable et/ou 45
- b) quand le montant de la vitesse de variation de courant mesurée est inférieur à une valeur $I_{\min_sp1}$ spécifiée au préalable et/ou 50
- c) quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée de la valeur de courant est inférieur à une valeur $I_{\min_ac1}$ spécifiée au préalable. 55
5. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour
- réduire au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand la valeur de courant mesurée est supérieure à une valeur $I_{\max 2}$ spécifiée au préalable et/ou
- réduire au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la vitesse de variation de courant mesurée est supérieur à une valeur $I_{\max_sp2}$ spécifiée au préalable et/ou
- réduire au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée de la valeur de courant est supérieur à une valeur $I_{\max_ac2}$ spécifiée au préalable et/ou
- augmenter au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand la valeur de courant mesurée est inférieure à une valeur $I_{\min 2}$ spécifiée au préalable et/ou
- la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps est augmentée au moins par moments quand le montant de la vitesse de variation de courant mesurée est inférieur à une valeur $I_{\min_sp2}$ spécifiée au préalable et/ou
- augmenter au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée est inférieur à une valeur $I_{\min_ac2}$ spécifiée au préalable. 60
6. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour
- abaisser au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand la teneur en énergie mesurée de l'accumulateur d'énergie (2) est inférieure à une valeur U_{es_min2} spécifiée au préalable et/ou
- abaisser au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la vitesse de variation de la teneur en énergie mesurée de l'accumulateur d'énergie (2) est su-

- périeur à une valeur $U_{es_max_sp2}$ spécifiée au préalable et/ou
- abaisser au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée de la teneur en énergie de l'accumulateur d'énergie est supérieur à une valeur $U_{es_max_ac2}$ spécifiée au préalable et/ou
 - augmenter au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand la teneur en énergie mesurée de l'accumulateur d'énergie (2) est supérieure à une valeur U_{es_min3} spécifiée au préalable et/ou
 - augmenter au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la vitesse de variation de la teneur en énergie mesurée est inférieur à une valeur $U_{es_max_sp3}$ spécifiée au préalable et/ou
 - augmenter au moins par moments la durée moyenne de la fermeture ou de la réduction de la résistance directe d'un commutateur par rapport à une période de temps quand le montant de la dérivée dans le temps plus élevée mesurée de la teneur en énergie de l'accumulateur d'énergie (2) est inférieur à une valeur $U_{es_min_ac3}$ spécifiée au préalable.
7. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
- le commutateur au moins au nombre de un est un transistor de puissance.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**
- le transistor de puissance peut être commandé par un régulateur de telle sorte que la valeur de courant détectée par un élément de mesure pendant un processus de commutation peut être utilisée en tant qu'au moins une grandeur de régulation de ce régulateur, et le transistor de puissance est conçu pour limiter la valeur de courant à une valeur inférieure à 1,1 ou 1,2 ou 1,4 ou deux fois la valeur qui traverse le consommateur sans processus de commutation.
9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que**
- le transistor de puissance peut être commandé par un régulateur de telle sorte que la valeur de
- courant détectée par un élément de mesure pendant un processus de commutation peut être utilisée en tant qu'au moins une grandeur de régulation de ce régulateur, et le transistor de puissance est conçu pour limiter la valeur de courant à une valeur supérieure à 0,9 ou 0,8 ou 0,5 ou 0,3 fois la valeur qui traverse le consommateur sans processus de commutation.
10. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour
- par la fermeture ou une réduction de la résistance directe d'au moins un premier commutateur, en présence d'une ouverture simultanée ou d'une augmentation simultanée de la résistance directe d'au moins un deuxième commutateur, maintenir à l'intérieur d'une plage spécifiée au préalable ou programmée,
 - a) la valeur de courant détectée par un élément de mesure et/ou
 - b) la vitesse de variation du courant détecté par un élément de mesure et/ou
 - c) une dérivée dans le temps plus élevée de la vitesse de variation du courant détecté par un élément de mesure.
11. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour :
- ne pas mettre en ou hors circuit de deuxième commutateur ou en faire varier sa résistance directe pendant la mise en ou hors circuit ou pendant la variation de la résistance directe d'un au moins premier commutateur et/ou
 - ne pas faire passer l'intervalle de temps entre la mise en ou hors circuit ou la variation de la résistance directe de l'au moins premier commutateur et la mise en ou hors circuit ou la variation de la résistance directe de l'au moins deuxième commutateur sous une valeur minimale t_{min-s} .
12. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé par**
- un dispositif destiné à l'alimentation d'un circuit d'au moins trois consommateurs (4),
 - ces au moins trois consommateurs étant interconnectés dans au moins deux circuits série montés en parallèle,
 - au moins un de ces au moins deux circuits série étant un circuit série d'au moins deux premiers consommateurs (4), et

- l'autre circuit série des au moins deux circuits série pouvant être un troisième consommateur (4) individuel ou un circuit série de deux consommateurs (4) et plus, 5
 - de l'énergie pouvant être injectée dans un premier noeud de sortie (7) par au moins une source de courant (1) et un accumulateur d'énergie (2), 10
 - les au moins trois consommateurs (4) pouvant être alimentés au moins par moments en énergie par le biais de ce noeud de sortie (7), et
 - au moins un commutateur (3) étant monté en parallèle avec au moins un desdits au moins trois consommateurs (4) pour le pontage et/ou pour la suppression d'un pontage du consommateur (4) concerné. 15
- 13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par**
- au moins un dispositif (5), qui détermine, en particulier par des techniques de mesure 20
 - a) la valeur de courant et/ou
 - b) la vitesse de variation de courant et/ou
 - c) une dérivée dans le temps plus élevée de la valeur de courant 25
 - l'interconnexion séquentielle desdits consommateurs (4) d'au moins un ou de plusieurs ou de tous lesdits au moins deux circuits série. 30
- 14. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que :**
- il présente au moins deux consommateurs, 35
 - et présente au moins respectivement un commutateur affecté, donc au total au moins deux commutateurs de la sorte,
 - le régulateur (6) est conçu pour régler la consommation d'énergie commune d'au moins ces deux consommateurs de telle sorte que celle-ci correspond de façon linéaire ou non linéaire à une valeur spécifiée au préalable par le régulateur (6) ou à partir de l'extérieur du système, et 40
 - le régulateur (6) est conçu pour régler respectivement individuellement la consommation d'énergie relative d'au moins ces deux consommateurs pour chacun de ces consommateurs de telle sorte que ladite consommation d'énergie commune, dans le sens d'une action à l'intérieur des tolérances admissibles de l'utilisation dans laquelle le dispositif est mis en oeuvre, ne dépend pas des différentes consommations d'énergie relatives individuelles d'au moins ces deux consommateurs. 50 55
- 15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que, concernant les consommateurs, il s'agit de**

moyens lumineux ou de diodes lumineuses dans une ou plusieurs couleurs de lumière.

- 16. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que** l'unité d'alimentation en énergie est conçue pour modeler la dépense énergétique en hauteur de dépense énergétique et/ou en répartition entre les consommateurs en fonction d'un ou de plusieurs des paramètres suivants :

- a) une valeur programmée ou reçue par le biais d'une interface et/ou
- b) la valeur de mesure d'un ou de plusieurs capteurs de couleur et/ou
- c) la valeur de mesure d'une sonde de température et/ou
- d) la valeur de mesure d'un autre capteur qui mesure une action d'au moins un des consommateurs.

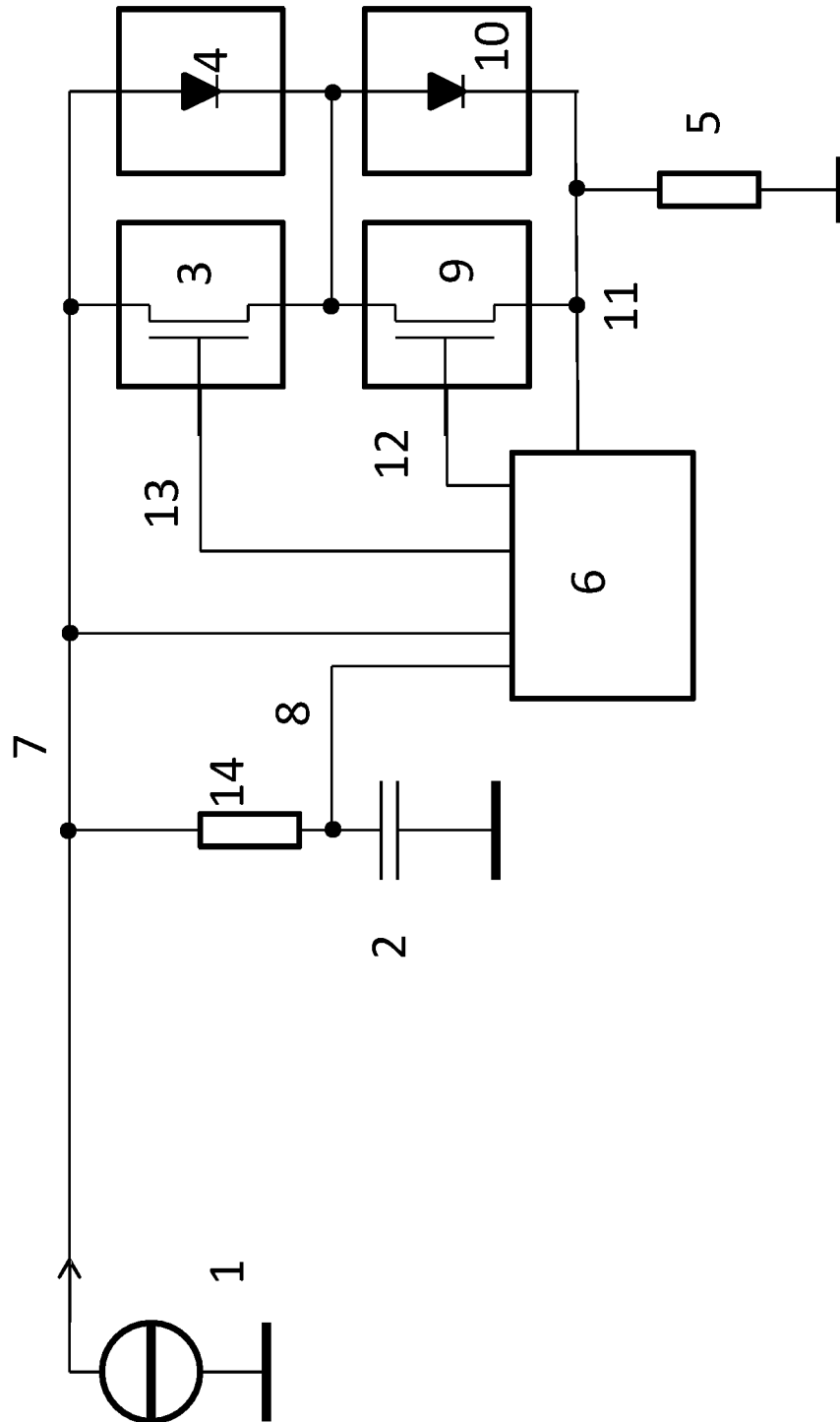


Fig. 1

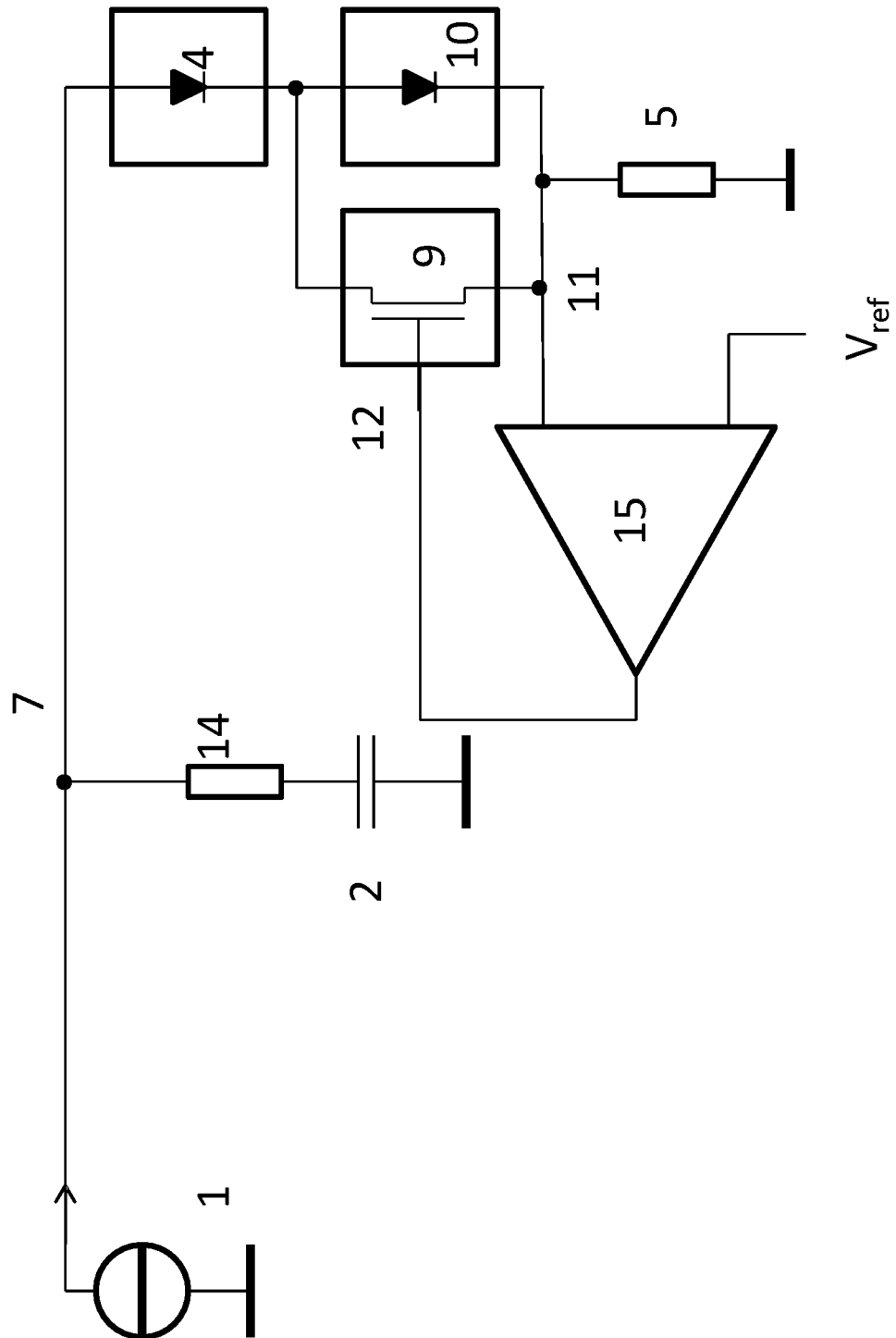


Fig. 2

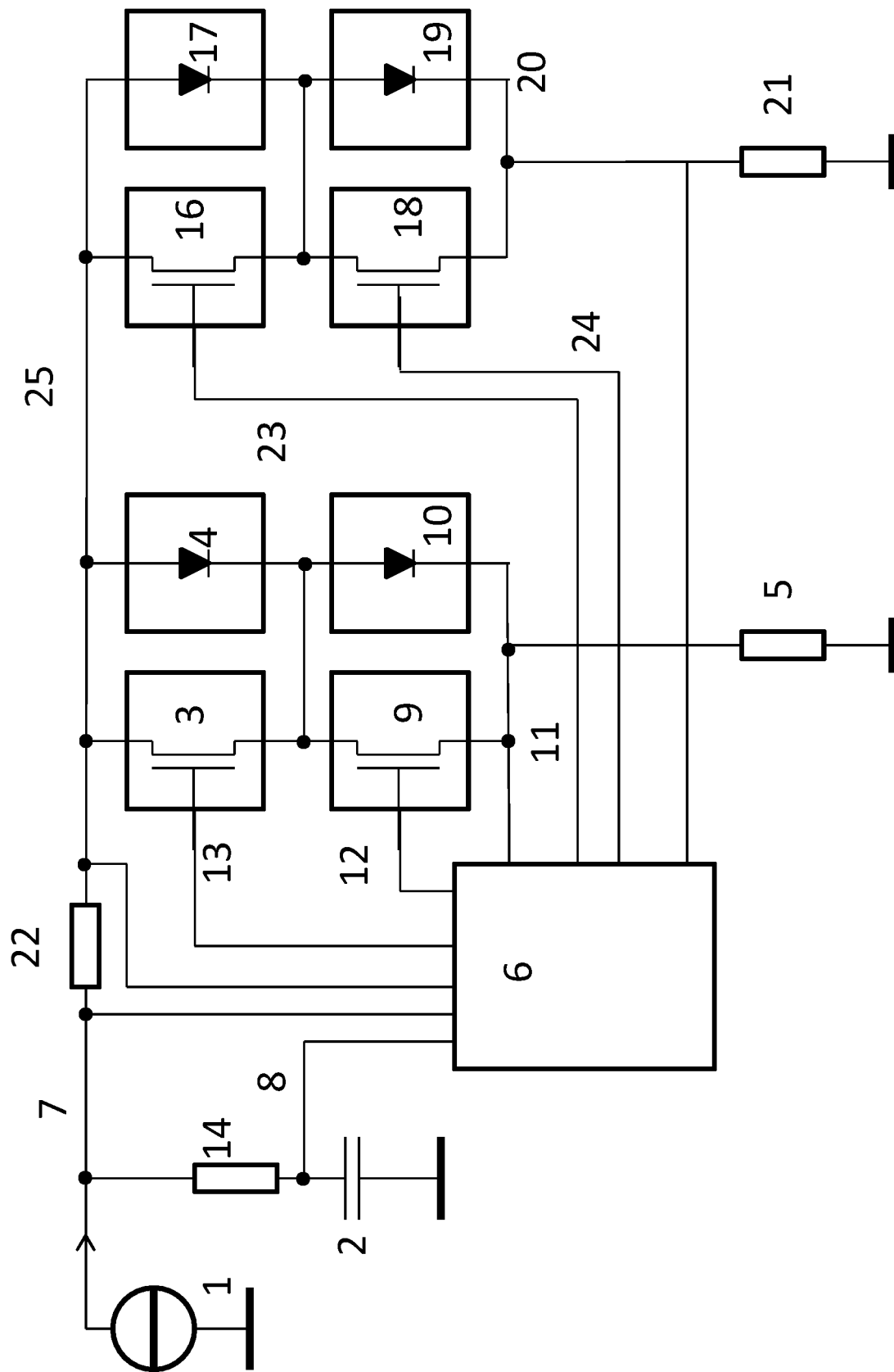
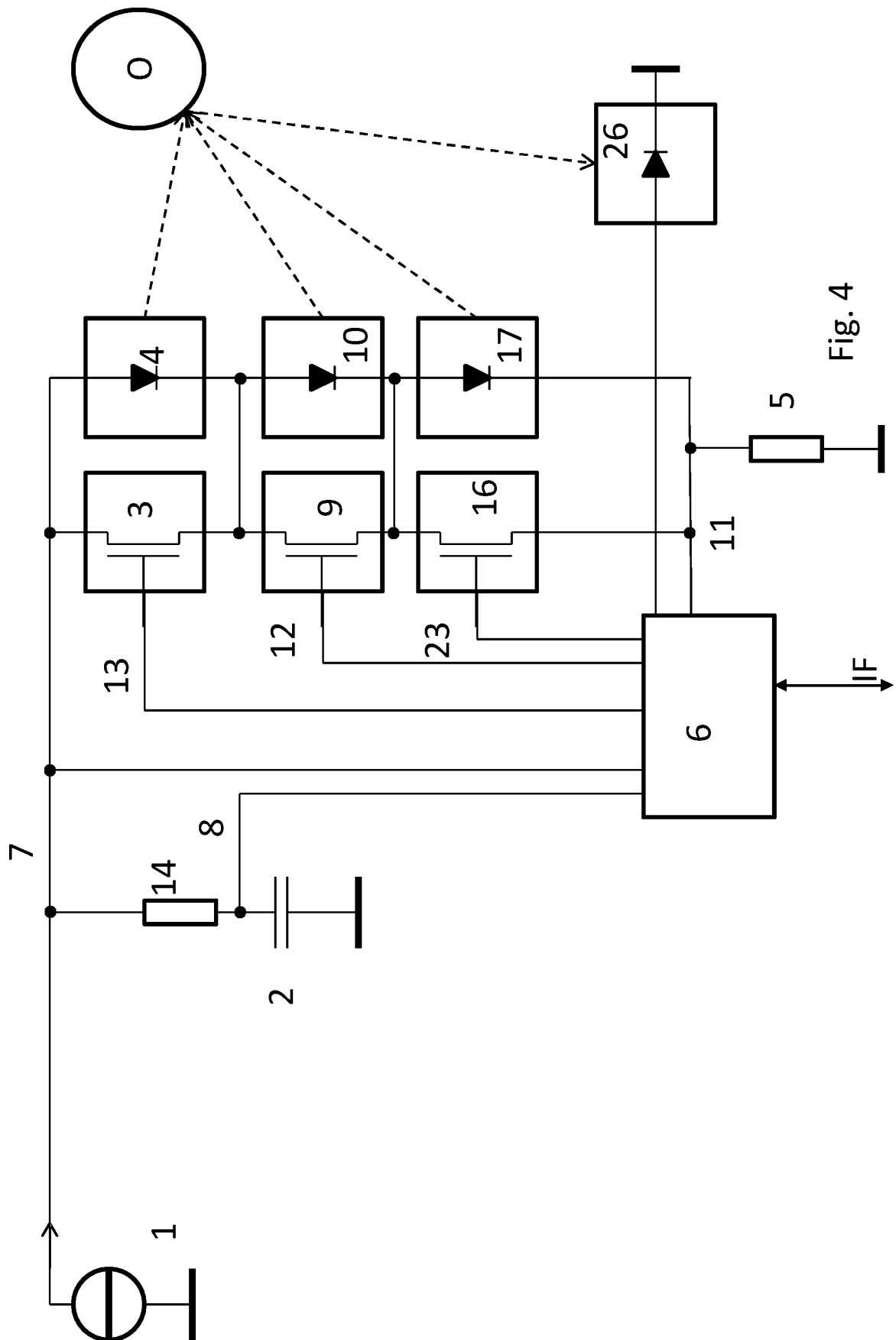


Fig. 3



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

- US 2012223649 A [0002]
- DE 102009025752 A [0002]
- US 2012153844 A [0002]
- US 2010194274 A [0002]