



(11) **EP 2 030 484 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.03.2016 Patentblatt 2016/09

(51) Int Cl.:
H05B 37/02^(2006.01) H05B 41/392^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07764640.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/005216

(22) Anmeldetag: **13.06.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/147512 (27.12.2007 Gazette 2007/52)

(54) **DIMMBARES BETRIEBSGERÄT MIT INTERNER DIMMKENNLINIE**

DIMMABLE OPERATING DEVICE WITH INTERNAL DIMMING CALIBRATION CURVE

APPAREIL DE COMMANDE À GRADATION DE LUMIÈRE PRÉSENTANT UNE CARACTÉRISTIQUE DE GRADATION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(74) Vertreter: **Rupp, Christian et al**
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)

(30) Priorität: **22.06.2006 DE 102006028670**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.03.2009 Patentblatt 2009/10

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 422 975 EP-A1- 0 807 877
EP-A2- 1 135 005 WO-A-02/079890
DE-A1- 10 112 114 DE-A1-102004 061 294
DE-A1-102005 008 996 DE-U1- 20 312 298
DE-U1-202004 006 292 US-A1- 2005 179 404
US-B1- 6 181 086 US-B1- 6 573 666

(73) Patentinhaber: **Tridonic GmbH & Co KG**
6851 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
• **ZIMMERMANN, Michael**
8888 Heiligkreuz (CH)
• **HARTMANN, Martin**
6850 Dornbirn (AT)
• **JOHN, Andreas**
8892 Berschis (CH)
• **RICHTER, Falk**
6830 Rankweil (AT)
• **DÜNSER, Mathias**
6700 Bludenz (AT)

• **CONTENTI C ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Digitally addressable DALI dimming ballast" APEC 2002. 17TH. ANNUAL IEEE APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION. DALLAS, TX, MARCH 10 - 14, 2002, ANNUAL APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 2 OF 2. CONF. 17, 10. März 2002 (2002-03-10), Seiten 936-942, XP010583030 ISBN: 0-7803-7404-5**

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).

EP 2 030 484 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein dimmbares Betriebsgerät für Leuchtmittel, die bspw. Leuchtdioden oder Gasentladungslampen sein können.

[0002] Zur Anweisung von Steuerbefehlen zu dimmbaren Betriebsgeräten einer lichttechnischen Anlage, verwenden viele der heute eingesetzten lichttechnischen Anlagen ein bspw. durch den DALI- bzw. DSI-Standard genormtes Bussystem, durch den u.a. externe Dimmwerte übermittelt werden können. Die zur Ansteuerung der einzelnen Leuchtmittel benötigten Steuergeräte setzen diese Werte bspw. mit Hilfe von Konvertierungstabellen intern in Dimmwerte um, die die eigentlichen Stufen der Helligkeitssteuerung der angeschlossenen Leuchtmittel darstellen und die ggf. höher aufgelöste Steuerwerte (z.B. mit 16 Bit quantisierte Steuerwerte) als die externen Dimmwerte darstellen.

[0003] Ein Betriebsgerät mit einer Konstantstromquelle als Treiberschaltung zur Ansteuerung eines mehrere Leuchtdioden umfassenden LED-Moduls ist in DE 20 2004 006 292 U1 offenbart. Die Treiberschaltung ist dabei mit dem LED-Modul über insgesamt drei Kanäle verbunden, von denen zwei Kanäle zur Spannungsversorgung des LED-Moduls mit einer im Dimmbetrieb impulsbreitenmodulierten Versorgungsspannung dienen und ein als Digitalschnittstelle ausgebildeter dritter Kanal ("Modulkennungskanal") zur uni- oder bidirektionalen Übermittlung digitaler Betriebsparameter und/oder Kalibrierdaten zwischen LED-Modul und Treiberschaltung genutzt wird, so dass sich die Treiberschaltung auf diese einstellen kann. Dies ermöglicht das Betreiben von LED-Modulen unterschiedlicher Art mit der gleichen Treiberschaltung unter gleichen Betriebsbedingungen.

[0004] In EP 1 135 005 A2 ist eine über eine digitale Datenschnittstelle steuerbare Schaltung zum Dimmen von Lichtquellen einer Beleuchtungsanlage beschrieben, welche über geeignete Mittel zur Erzeugung einer von einem vorgebbaren Sollwert abhängigen Steuersignals zur Helligkeitssteuerung der Lichtquellen sowie über Mittel zur Anpassung des Steuersignals an unterschiedliche Lichtquellenarten verfügt.

[0005] In DE 203 12 298 U1 ist ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb einer Gasentladungslampe offenbart, welches eine Speichereinrichtung umfasst, in der von einer Steuereinrichtung abrufbare Betriebsparameter abgelegt sind.

[0006] Dokument DE 101 12 114 A1 beschreibt eine Steuereinrichtung für eine Beleuchtungseinrichtung mit variabler Helligkeit und ein Verfahren zur Beleuchtungssteuerung.

[0007] Das Dokument "Digitally Addressable DALI Dimming Ballast" von Cecilia Contenti und Tom Ribarich beschreibt ein digital adressierbares digitales dimmbares Vorschaltgerät, das dem DALI-Standard entspricht.

AUFGABE DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0008] Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik, ist die vorliegende Erfindung der Aufgabe gewidmet, eine flexible Ausgestaltung eines dimmbaren Betriebsgeräts für Leuchtmittel vorzuschlagen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele, die den Gedanken der Erfindung weiterbilden, sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die im vorhergehenden Abschnitt definierte Aufgabe wird durch ein Betriebsgerät für Leuchtmittel gelöst, das eine Schnittstelle aufweist, über die dem Betriebsgerät externe Dimmwerte zuführbar sind. Das Betriebsgerät setzt diese zugeführten externen Dimmwerte in interne Dimmwerte um, auf deren Grundlage die Ansteuerung der angeschlossenen Leuchtmittel erfolgt. Dabei sind die internen Dimmwerte wenigstens genauso hoch und optional höher aufgelöst als die externen Dimmwerte. Das Betriebsgerät ist dazu ausgelegt, dass die Umsetzung der externen Dimmwerte in die internen Dimmwerte programmierbar ist.

[0011] Das Betriebsgerät kann insbesondere auch dazu ausgelegt sein, dass die vorgenannte Umsetzung hinsichtlich ihrer Dynamik programmierbar ist. Dabei kann vorgesehen sein, dass programmierbar ist, durch welches zeitliche Übergangsverhalten (linearer, logarithmischer oder exponentieller Zeitverlauf etc.) ein einem externen Dimmwert zugeordneter interner Dimmwert erreicht wird.

[0012] Erfindungsgemäß kann auch die Zuordnung ("Mapping") eines im stationären Zustand anzusteuern den internen Dimmwerts zu einem externen Dimmwert programmierbar sein. In diesem Fall muss die Auflösung der internen Dimmwerte nicht höher sein als die der externen Dimmwerte.

[0013] Das Leuchtmittel kann beispielsweise eine einzelne Leuchtdiode oder ein mehrere Leuchtdioden umfassendes LED-Modul sein, wobei die stationäre Zuordnung eines internen Dimmwerts zu einem externen Dimmwert Fertigungstoleranzen der Leuchtdiode(n) kompensiert.

[0014] Das Betriebsgerät kann einen Flash-Speicher aufweisen, in dem die programmierbare Umsetzung der externen Dimmwerte in interne Dimmwerte gespeichert ist.

[0015] Es kann selektiv eine maximale Dimmwertbeschränkung unterhalb von 100% festlegbar ist, die selektiv durch einen Befehl von Aussen einschaltbar und/oder aufhebbar ist.

[0016] Die internen Dimmwerte können auf den Bereich zwischen 0% und der Dimmwertbeschränkung aufgeteilt sein, so dass eine maximale Auflösung der Dimm-

werte in diesem Bereich herrscht.

[0017] Das Betriebsgerät kann über mehrere Ausgänge zur Ansteuerung von Leuchtmitteln verfügen, wobei die internen Dimmkennlinien individuell für jeden dieser Ausgänge programmierbar sind. Die Ausgänge können dabei Leuchtmittel, bspw. LEDs, unterschiedlicher Farbe ansteuern.

[0018] Darüber hinaus bezieht sich die vorliegende Erfindung auch auf ein Verfahren zur Kompensation herstellertypischer Toleranzen von durch ein Betriebsgerät angesteuerten Leuchtdioden, dem externe Dimmwerte zugeführt werden. Das Verfahren weist dabei erfindungsgemäß den Schritt der Programmierung der vorgenannten Dimmwerte-Umsetzung auf.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Konfiguration eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, dem externe Dimmwerte zugeführt werden, wobei die zugeführten externen Dimmwerte in interne Dimmwerte umgesetzt werden, auf deren Grundlage die Ansteuerung der angeschlossenen Leuchtmittel erfolgt. Die internen Dimmwerte sind dabei höher aufgelöst als die externen Dimmwerte. Nach Messung der Lichtcharakteristik des Leuchtmittels wird dieses durch anschließende Programmierung einer Umsetzung der externen Dimmwerte in interne Dimmwerte neu kalibriert.

[0020] Die Umsetzung kann dabei hinsichtlich ihrer Dynamik programmiert werden, d.h. es kann programmiert werden, durch welches zeitliche Übergangsverhalten ein externer Dimmwert zugeordneter interner Dimmwert erreicht wird.

[0021] Insbesondere kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Zuordnung eines im stationären Zustand anzusteuernenden internen Dimmwerts zu einem externen Dimmwert programmierbar ist.

[0022] Die Erfindung kann vorsehen, dem Betriebsgerät Wertezuweisungstabellen zur Umsetzung externer Dimmwerte in interne Dimmwerte über ein Bussystem mit Hilfe eines auf dem DALI-Standard beruhenden Kommunikationsprotokolls bereitzustellen, um das Steuergerät optimal auf das Leuchtmittel zu trimmen bzw. die Form der Dimmkennlinie individuell anzupassen. Dieses Verfahren erlaubt es insbesondere Herstellern von LED-Modulen, gerätespezifische Toleranzen unterschiedlicher LED-Module bei einer Kalibrierung der Dimmkennlinie auf ein neues LED-Modul zu berücksichtigen und auszugleichen, wodurch eine einfache und kostengünstige Möglichkeit gegeben ist, LED-Module mit einheitlichem Dimmverhalten auszuliefern.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] Weitere Eigenschaften, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der vorliegenden Erfindung werden nunmehr, Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen, anhand einer detaillierten Beschreibung der Ausführungsbeispiele vorliegender Erfindung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Dimm-

schaltung mit einem dimmbaren Betriebsgerät gemäß vorliegender Erfindung,

Fig. 2a eine Prinzipskizze eines lichttechnischen Systems nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, umfassend eine Steuerungseinrichtung und ein über ein Betriebsgerät angesteuertes LED-Modul, welche an eine Busleitung angeschlossen sind, die zur Übermittlung von Betriebsparametern und Programmierdaten zwischen der Steuerungseinrichtung und dem Betriebsgerät dient, und

Fig. 2b eine Variante des in Fig. 2a skizzierten lichttechnischen Systems mit einem Helligkeitsregelkreis zur automatischen Einstellung eines über einen Sollwert vorgebbaren Dimmlevels.

DETAILIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0024] Im Folgenden werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 2b im Detail beschrieben.

[0025] In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Dimmschaltung mit einem dimmbaren Betriebsgerät BG gemäß vorliegender Erfindung skizziert, welches zur Ansteuerung eines Leuchtmittels LM mit einer Leistungsstellgröße StG' über ein als "Ansteuerung" bezeichnetes Leistungsstellglied TB dient. Bei dem Leuchtmittel kann es sich dabei beispielsweise um eine Gasentladungslampe, eine LED oder um ein LED-Modul, bestehend aus einem Array mehrerer zueinander in Serie, einzeln oder gruppenweise parallel geschalteten Leuchtdioden LED₁ bis LED_N, handeln. Indessen kann die Erfindung im Zusammenhang mit jedem dimmbaren Leuchtmittel verwendet werden.

[0026] Das Leistungsstellglied TB, dem über einen mit dem Betriebsgerät BG verbundenen Steuereingang ein zum Dimmen des Leuchtmittels LM benötigtes Steuersignal zuführbar ist, kann z.B. einen Phasenanschnittsdimmer, eine regelbare Konstantstromquelle, eine einstellbare Versorgungsspannung, einen Wechselrichter mit einstellbarer Taktfrequenz f_T oder einen Pulsbreitenmodulator PWM umfassen, über den das Tastverhältnis d eines von dem Betriebsgerät BG generierten, dem Leuchtmittel LM in Form eines pulsbreitenmodulierten Steuersignals zugeführten periodischen Rechteckstroms variiert wird. Als Leistungs-Stellgröße StG' kann also abgesehen von dem Tastverhältnis d eines pulsbreitenmodulierten Steuersignals die Frequenz f_{LM} eines zum Betrieb des Leuchtmittels LM benötigten Wechselstroms, die Stromstärke eines zur Speisung des Leuchtmittels LM dienenden Wechsel- oder Gleichstroms I_{LM} bzw. der Spannungspegel U_{LM} einer zur Energieversorgung des Leuchtmittels LM dienenden Versorgungsspannung herangezogen werden.

[0027] Das in Fig. 1 dargestellte Betriebsgerät BG

weist hierbei eine Schnittstelle auf, über die dem Betriebsgerät BG eine zur Dimmung des Leuchtmittels LM benötigte externe Führungsgröße FG (in Fig. 1 bezeichnet als "externe Dimmwerte") zuführbar ist. Diese externen Dimmwerte werden über einen Datenumsetzer LMK in dem Betriebsgerät BG in interne Dimmwerte einer Steuergröße StG umgesetzt, auf deren Grundlage die Ansteuerung des Leistungsstellglieds TB erfolgt. Das Betriebsgerät BG greift dabei z.B. auf eine in einer Speichereinheit des Datenumsetzers LMK abgelegte Werte-
 5 zuweisungstabelle (in Fig. 1 bezeichnet als "Abgleichstabelle") zu, aus der vorab abgelegte, linear, logarithmisch, exponentiell oder anderweitig interpolierte Zwischenwerte einer zum Dimmen des Leuchtmittels LM benötigten Dimmkennlinie entnommen werden können.

[0028] Der Wertebereich dieser Stützwerte wird dabei z.B. durch zwei parallel zur Zeitachse eines Dimmlevel-Zeit-Diagramms verlaufende Geraden begrenzt, wobei die Untergrenze des Wertebereichs durch den aktuellen Istwert einer voreingestellten Dimmstufe gebildet wird und die Obergrenze des Wertebereichs durch ein dem
 10 Datenumsetzer LMK zugeführtes Programmiersignal PS vorgebar ist (oder umgekehrt).

[0029] Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass der Datenumsetzer LMK zu den vorgenannten Stützwerten interpolierte Zwischenwerte für den Zeitverlauf der Dimmkennlinie berechnet und mit den hierbei erhaltenen Werten das Leistungsstellglied TB ansteuert. Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die in dem nicht-flüchtigen Speicher des Datenumsetzers LMK gespeicherten Stützwerte über das vorstehend erwähnte Programmiersignal PS neu kalibriert werden können. Das Programmiersignal separat zu einer Busschnittstelle und/oder über dieselbe Busschnittstelle übermittelt werden, über die nach erfolgter Programmierung dann die externen Dimmwerte zu dem Betriebsgerät übertragen werden.
 25

[0030] Nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann die vorstehend beschriebene Schaltung, wie in Fig. 1 skizziert, weiterhin aufweisen einen optionalen Rückführungsleitung 1, über die dem Betriebsgerät BG wenigstens ein die Leistung der Leuchtmittel wiedergebender Leistungsparameter des Leuchtmittels LM als Istwert der Regelgröße RG zugeführt wird, sowie einen weiteren optionalen Rückführungsleitung 2, über die die Leistungs-Stellgröße StG' dem Betriebsgerät BG zugeführt wird,
 30

[0031] Wie Fig. 1 weiter zu entnehmen ist, stellt das Betriebsgerät BG bei diesem Ausführungsbeispiel über das Leistungsstellglied TB abhängig von der durch den erfassten Leistungsparameter gebildeten Regelgröße RG und der dem Betriebsgerät BG vorgebbaren Führungsgröße FG für die im Dimmbetrieb von dem Leuchtmittel LM zu erzeugende Strahlungsleistung, ausgedrückt durch den Sollwert Φ_{LM} , soll des von dem Leuchtmittel LM im Dimmbetrieb zu emittierenden Lichtstroms Φ_{LM} , die vorstehend erwähnte Leistungs-Stellgröße StG' ein. Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen
 35

Führungsgröße FG und Regelgröße RG wird dabei eine geeignete Leistungs-Stellgröße StG' generiert, durch die die vorgenannte Regelabweichung zumindest näherungsweise kompensiert wird.

[0032] In Fig. 2a ist eine Prinzipskizze eines lichttechnischen Systems dargestellt, welches eine Steuerungseinrichtung StE und ein über ein Betriebsgerät BG angesteuertes Leuchtmittel umfasst, bei dem es sich z.B. um eine Gasentladungslampe oder, wie in Fig. 2a skizziert, um ein LED-Modul handeln kann.
 40

[0033] Die Steuerungseinrichtung StE und das Betriebsgerät BG sind über digitale Schnittstellen IF₁ bzw. IF₂ an eine Busleitung BL angeschlossen, die zur Übermittlung von Betriebsparametern und ggf. auch Programmierdaten zwischen der Steuerungseinrichtung StE und dem Betriebsgerät BG dient. Die Spannungsversorgung des LED-Moduls erfolgt über das an eine Spannungsversorgung $\underline{U}_e$ angeschlossene Betriebsgerät BG.
 45

[0034] Als Versorgungsspannung des LED-Moduls kann eine Gleichspannung dienen, die über einen Speicherkondensator C bereitgestellt und der Busleitung BL über einen Ausgang DC_OUT des Betriebsgeräts BG als Busspannung $\underline{U}_{Bus}$ aufgeschaltet wird.
 50

[0035] Wie in Fig. 2a skizziert, verfügt die Steuerungseinrichtung StE neben einem zur Spannungsversorgung mit $\underline{U}_{Bus}$ dienenden Eingang DC_IN über einen Programmierdatenausgang PROG_OUT, über den ein Programmiersignal $\underline{U}_{Prog}$, welches zur Einstellung eines vom Anwender vorgebbaren Dimmlevels bzw. zur Auswahl eines bestimmten Dimmkennlinienverlaufs (z.B. linear, logarithmisch, exponentiell etc.) verwendet wird, in digitalisierter Form über die digitale Busschnittstelle IF₂ der Steuerungseinrichtung StE übertragen werden kann.
 55

[0036] Nach Übertragung über die Busleitung BL wird das Programmiersignal $\underline{U}_{Prog}$ dem Betriebsgerät BG über einen Steuersignaleingang PROG_IN zugeführt, und an einen als "LED-Konverter" bezeichneten Datenumsetzer geleitet. Dieser berechnet zu einer Anzahl von hinterlegten Stützwerten interpolierte Zwischenwerte für den Zeitverlauf einer zum Dimmen der LEDs benötigten Dimmkennlinie und steuert mit den dabei erhaltenen Werten einen in das Betriebsgerät BG integrierten Pulsbreitenmodulator PWM an, über den das Tastverhältnis d eines von dem Betriebsgerät BG generierten, der LED-Treiberschaltung in Form eines pulsbreitenmodulierten Steuersignals $\underline{U}_{PWM}$ zugeführten periodischen Rechteckstroms variiert wird.
 60

[0037] Die Dimmkennlinie verläuft dabei innerhalb eines durch zwei parallel zur Zeitachse eines Dimmlevel-Zeit-Diagramms verlaufende Geraden begrenzten Wertebereichs, dessen Untergrenze durch den aktuellen Istwert einer voreingestellten Dimmstufe gebildet wird und dessen Obergrenze durch das Programmiersignal $\underline{U}_{Prog}$ vorgebar ist (oder umgekehrt).
 65

[0038] Alternativ zu der vorstehend erwähnten Berechnung können die interpolierten Zwischenwerte auch aus einer z.B. in einem Nurlesespeicher des LED-Konverters abgelegten Wertezuweisungstabelle entnom-

men werden, die den innerhalb des Wertebereiches liegenden Stützstellen je nach Vorgabe des Anwenders vorab berechnete, linear, logarithmisch, exponentiell oder anderweitig interpolierte Zwischenwerte zuordnet.

[0039] Dabei kann vorgesehen sein, dass die in dem Flash-EEPROM gespeicherten Stützwerte über das vorgenannte Programmiersignal $\underline{U}_{Prog}$ der Steuerungseinrichtung StE neu kalibriert werden können, bpsw. um herstelllerspezifischer Toleranzen der durch die LED-Treiberschaltung angesteuerten Leuchtdioden LED₁ bis LED_N des LED-Moduls zu minimieren bzw. zu kompensieren.

[0040] Zu diesem Zweck kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die vorgenannten Stützwerte aus dem Flash-EEPROM ausgelesen und über einen Datenausgang READ_OUT des Betriebsgeräts BG und dessen digitale Busschnittstelle IF₁ auf einen Datenübertragungskanal der Busleitung BL aufgeschaltet werden, so dass sie der Steuerungseinrichtung StE über deren digitale Busschnittstelle IF₂ und einen Dateneingang READ_IN zugänglich sind.

[0041] In Fig. 2b ist eine Schaltungsvariante des in Fig. 2a skizzierten lichttechnischen Systems mit einem Helligkeitsregelkreis LRK zur automatischen Einstellung eines über die Ausgangsspannung $\underline{U}_{Soll}$ eines Sollwertgebers SWG vorgebbaren Dimmlevels dargestellt. Die Regelstrecke dieses Helligkeitsregelkreises LRK wird dabei durch das Bezug nehmend auf Fig. 2a beschriebene, über die digitale Busschnittstelle IF₁ an die Busleitung BL angeschlossene Betriebsgerät BG und ein über das Betriebsgerät BG angesteuertes Leuchtmittel gebildet, bei dem es sich wiederum z.B. um eine Gasentladungslampe oder, wie in Fig. 2b skizziert, um ein LED-Modul, bestehend aus einem Array mehrerer zueinander in Serie geschalteter Leuchtdioden LED₁ bis LED_N, handelt, welches über eine mit dem Ausgang des Betriebsgeräts BG verbundene LED-Treiberschaltung angesteuert wird.

[0042] Zur Ansteuerung des in das Betriebsgerät BG integrierten Pulsbreitenmodulators PWM, über den das Tastverhältnis d eines von dem Betriebsgerät BG generierten, der LED-Treiberschaltung in Form eines pulsweitenmodulierten Steuersignals $\underline{U}_{PWM}$ zugeführten periodischen Rechteckstroms variiert wird, wird eine Stellgröße $\underline{U}_{Prog}$ benötigt, die von einem Programmierdatenausgang PROG_OUT einer über eine digitale Busschnittstelle IF₂ (z.B. eine DALI-Schnittstelle) an die Busleitung BL angeschlossenen digitalen Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE geliefert, in digitalisierter Form über deren digitale Busschnittstelle IF₂ auf einen Datenübertragungskanal der Busleitung BL aufgeschaltet und dann an die digitale Busschnittstelle IF₁ des Betriebsgeräts BG zu dessen Programmierdateneingang PROG_IN übertragen wird.

[0043] Der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE wird über einen Sensordateneingang DATA_IN in durch eine Regelgröße $\underline{U}_{Reg}$ wiedergegebener Messwert zugeführt, bei dem es sich z.B. um den aktuellen Istwert der auf einer von den Leuchtdioden LED₁ bis

LED_N des LED-Moduls oder einer Teilgruppe dieser Leuchtdioden beleuchteten Nutzfläche A durch den einfallenden Lichtstrom Φ_{LM} hervorgerufenen Beleuchtungsstärke E handelt, die von einem lichtsensitiven Detektor eines über eine weitere digitale Busschnittstelle IF₃ (z.B. eine DALI-Schnittstelle) ebenfalls an die Busleitung BL angeschlossenen Lichtsensormoduls LSM erfasst wird. Als Lichtsensor fungiert hierbei z.B. ein Fototransistor T_{Ph}, dessen Kollektorstrom (Fotostrom) proportional zu der durch die emittierte Lichtstrahlung der LEDs hervorgerufenen Beleuchtungsstärke E auf der vorgenannten Nutzfläche A ist und somit ein Maß für die Helligkeit dieser Strahlung liefert.

[0044] Die Spannungsversorgung des Lichtsensormoduls LSM erfolgt dabei ebenso wie die Spannungsversorgung der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE und des LED-Moduls über die als Busspannung $\underline{U}_{Bus}$ dienende Zwischenkreisspannung $\underline{U}_V$ des Betriebsgeräts BG, die den beiden erstgenannten Systemkomponenten jeweils über einen mit "DC_IN" bezeichneten Busspannungseingang zugeführt wird.

[0045] Wie Fig. 2b zu entnehmen ist, wird das Ausgangssignal $\underline{U}_{Reg}$ des Lichtsensormoduls LSM, bei dem es sich z.B. um eine von einem Messverstärker auf einen definierten Ausgangspegel verstärkte, zu dem Fotostrom proportionale Spannung handelt, über einen Sensordatenausgang DATA_OUT zu der digitalen Busschnittstelle IF₃ des Lichtsensormoduls LSM geführt und in digitalisierter Form über die Busleitung BL und die digitale Busschnittstelle IF₂ der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE zu deren Sensordateneingang DATA_IN übertragen. Die Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE stellt dann abhängig von der an dem vorgenannten Sensordateneingang DATA_IN anliegenden Regelgröße $\underline{U}_{Reg}$ und der mit Hilfe des Sollwertgebers SWG über einen Trimmwiderstand R_V oder ein Potentiometer einstellbaren und über einen weiteren Dateneingang der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE vorgebbaren Führungsgröße $\underline{U}_{Soll}$ (Sollwert) für die im Dimmbetrieb vom LED-Modul zu erzeugende Strahlungsleistung, ausgedrückt durch den Sollwert $\Phi_{LM, soll}$ des vom LED-Modul im Dimmbetrieb zu emittierenden Lichtstroms Φ_{LM} , die vorstehend erwähnte Stellgröße $\underline{U}_{Prog}$ ein. Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen Führungsgröße $\underline{U}_{Soll}$ und Regelgröße $\underline{U}_{Reg}$ wird eine geeignete Stellgröße $\underline{U}_{Prog}$ generiert, durch die die vorgenannte Regelabweichung zumindest näherungsweise kompensiert wird.

[0046] Über den Programmierdatenausgang PROG_OUT der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE kann darüber hinaus ein vom Anwender vorgebbarer Dimmkennlinienverlauf (z.B. linear, logarithmisch, exponentiell etc.) aus einem über ein integriertes Display der Steuerungseinrichtung StE angezeigten Menü ausgewählt werden. Das dazu benötigte Steuersignal wird in digitalisierter Form über die digitale Busschnittstelle IF₂ der Steuerungseinrichtung StE auf einen weiteren Datenübertragungskanal der Busleitung BL aufgeschal-

tet. Nach Übertragung über die Busleitung BL wird das Steuersignal dem Betriebsgerät BG über den vorgeannten Programmiersignaleingang PROG_IN zugeführt und an den LED-Konverter geleitet. Wie bereits unter Bezugnahme auf Fig. 2a beschrieben, berechnet dieser zu den in dem Flash-EEPROM des Betriebsgeräts BG hinterlegten Stützwerten interpolierte Zwischenwerte für den Zeitverlauf einer zum Dimmen der LEDs benötigten Dimmkennlinie und steuert mit den dabei erhaltenen Werten einen in das Betriebsgerät BG integrierten Pulsbreitenmodulator PWM an, über den das Tastverhältnis d eines von dem Betriebsgerät BG generierten, der LED-Treiberschaltung in Form eines pulsbreitenmodulierten Steuersignals U_{PWM} zugeführten periodischen Rechteckstroms variiert wird. Die Dimmkennlinie verläuft dabei innerhalb eines durch zwei parallel zur Zeitachse verlaufende Geraden begrenzten Wertebereichs, dessen Untergrenze durch den aktuellen Istwert einer voreingestellten Dimmstufe gebildet wird und dessen Obergrenze durch die Führungsgröße U_{sol} vorgebar ist (oder umgekehrt). Wie unter Bezugnahme auf Fig. 2a beschrieben, können die interpolierten Zwischenwerte alternativ zu der vorstehend erwähnten Berechnung auch aus einer z.B. in einem Nurlesespeicher des LED-Konverters abgelegten Wertezuweisungstabelle entnommen werden, die den innerhalb des Wertebereiches liegenden Stützstellen je nach Vorgabe des Anwenders vorab berechnete, linear, logarithmisch, exponentiell oder anderweitig interpolierte Zwischenwerte zuordnet.

[0047] Wie bei dem in Fig. 2a dargestellten Ausführungsbeispiel ist auch bei dieser Schaltungsvariante erfindungsgemäß vorgesehen, dass die in dem Flash-EEPROM gespeicherten Stützwerte über das Steuersignal der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE neu kalibriert werden können, um herstellerspezifische Toleranzen des Betriebsgeräts BG, der LED-Treiberschaltung und/oder der durch die LED-Treiberschaltung angesteuerten Leuchtdioden des LED-Moduls zu minimieren bzw. zu kompensieren. Wie bei dem in Fig. 2a skizzierten Ausführungsbeispiel kann zu diesem Zweck vorgesehen sein, dass die vorgenannten Stützwerte aus dem Flash-EEPROM ausgelesen und über einen Datenausgang READ_OUT des Betriebsgeräts BG und dessen digitale Busschnittstelle IF₁ auf einen Datenübertragungskanal der Busleitung BL aufgeschaltet werden, so dass sie der Regelungs- und Steuerungseinrichtung RSE über deren digitale Busschnittstelle IF₂ und einen Dateneingang READ_IN zugänglich sind.

[0048] Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf lichttechnische Systeme beschränkt ist, deren Systemkomponenten über eine DALI-Schnittstelle an einen zur Spannungsversorgung dienenden Kanal einer Busleitung angeschlossen sind, sondern dass erfindungsgemäß jede andere, zur Übertragung digitaler Steuersignale geeignete digitale Busschnittstelle für diesen Zweck verwendet werden kann.

[0049] Wenn das verwendete Leuchtmittel eine oder mehrere LEDs sind, kann die freie Programmierbarkeit

der internen Dimmkennlinie dahingehend verwendet werden, dass diese auf die farbspezifische Empfindlichkeit des menschlichen Auges abgestimmt wird. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn in unabhängigen Kanälen eines Betriebsgeräts oder durch mehrere Betriebsgeräte LEDs unterschiedlicher Farbe angesteuert werden, da das menschliche Auge die unterschiedlichen Farbe (bspw. Rot, Grün, Blau) unterschiedlich wahrnimmt.

[0050] Somit kann die interne Dimmkennlinie für die Ansteuerung von LEDs (oder anderer farbiger Leuchtmittel) unterschiedlicher Farbe individuell und somit unterschiedlich programmierbar sein.

[0051] Bspw. kann das durch eine Betriebsgerät mit drei unabhängigen Ausgängen erfolgen, bspw. ein RGB-Farbmischmodul für LEDs oder Leuchtstofflampen. Die Zuordnung der Farben und die individuelle Anpassung der internen Dimmkennlinie für jede Farbe kann dann erst in der Leuchte während der Installation erfolgen.

[0052] Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung kann bspw. durch einen externen Befehl, bspw. über eine Busleitung, ein artifizieller Maximalwert für einen Leistungsparameter oder Kombinationen von Leistungsparametern (Strom etc.) gesetzt werden. Diese Beschränkung kann dann von Aussen wieder aufgehoben und/oder verändert werden, so dass bspw. später wieder die tatsächlich verfügbare Maximalleistung freigegeben werden kann. Alternativ kann diese artifizielle "Drosselung" auch durch eine manuelle Einstellung am Vor Schaltgerät erzielt werden.

[0053] "100% Dimmlevel" entspricht somit dem artifiziell beschränkten Maximalwert und nicht dem tatsächlich möglichen "ungedrosselten" Maximalwert.

[0054] Die interne Dimmkurve wird kann an den artifiziell beschränkten Maximalwert angepasst werden: Um weiterhin möglichst fein verteilte interne Dimmwerte zu verwenden, werden sämtliche intern verfügbaren Dimmwerte bei gesetzter Maximalwertbeschränkung auf den Bereich zwischen 0% Dimming und dem artifiziellen Maximalwert verteilt.

[0055] Eine einfacher Ausführung kann vorsehen, in dem Gerät vorab wenigstens zwei Kennlinien für das Mapping der externen Dimmwerte zu den internen Dimmwerten vorzusehen (programmieren), nämlich bspw. eine Aufteilung zwischen 0% und 100% und eine weitere Aufteilung zwischen 0% und der Maximalwertbeschränkung.

Patentansprüche

1. Betriebsgerät zum Betrieb eines Leuchtmittels (LM), wobei das Betriebsgerät eine digitale Schnittstelle (IF₁) aufweist, über die dem Betriebsgerät (BG) von einem Bussystem externe Dimmwerte als digitale Bussignale zuführbar sind, wobei

- das Betriebsgerät (BG) Umsetzungsmittel aufweist, die dazu eingerichtet sind, diese zugeführten externen Dimmwerte in quantisierte interne Dimmwerte umzusetzen, und wobei das Betriebsgerät weiter dazu ausgelegt ist, auf Grundlage der internen Dimmwerte die angeschlossenen Leuchtmittel (LM) anzusteuern, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die internen Dimmwerte höher aufgelöst sind als die externen Dimmwerte, und wobei
- das Betriebsgerät (BG) Kalibrierungsmittel aufweist zum Kalibrieren der Umsetzung der externen Dimmwerte in die internen Dimmwerte über das Bussystem mit Hilfe eines Kommunikationsprotokolls über einen Steuersignaleingang (PROG_IN) der digitalen Schnittstelle (IF₁), und wobei
- das Betriebsgerät einen nicht-flüchtigen Speicher aufweist, in dem die Umsetzung der externen Dimmwerte in die internen Dimmwerte gespeichert ist.
2. Betriebsgerät nach Anspruch 1, wobei das Leuchtmittel (LM) wenigstens eine Leuchtdiode (LED₁ bis LED_N) ist.
3. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen Flash-Speicher (EEPROM) zur Speicherung der kalibrierbaren Umsetzung der externen Dimmwerte in interne Dimmwerte.
4. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Maximalwertbeschränkung der internen Dimmwerte unterhalb von 100% festlegbar ist, die selektiv einschaltbar ist.
5. Betriebsgerät nach Anspruch 4, bei dem sämtliche verfügbaren internen Dimmwerte auf den Bereich zwischen 0% und der Maximalwertbeschränkung aufgeteilt sind.
6. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das mehrere Ausgänge zur Ansteuerung von Leuchtmitteln verfügt, wobei interne Dimmkennlinien individuell für jeden dieser Ausgänge kalibrierbar sind.
7. Betriebsgerät nach Anspruch 6, wobei die Ausgänge Leuchtmittel unterschiedlicher Farbe ansteuern.
8. Verfahren zur Konfiguration eines Betriebsgeräts (BG) für Leuchtmittel (LM), dem von einem Bussystem externe Dimmwerte als digitale Bussignale über eine digitale Schnittstelle zugeführt werden, wobei
- in einem Schritt die zugeführten externen
- Dimmwerte in quantisierte interne Dimmwerte umgesetzt werden, auf deren Grundlage die Ansteuerung der angeschlossenen Leuchtmittel (LM) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die internen Dimmwerte höher aufgelöst sind als die externen Dimmwerte, in einem weiteren Schritt die Umsetzung der externen Dimmwerte in die internen Dimmwerte über das Bussystem mit Hilfe eines Kommunikationsprotokolls über einen Steuersignaleingang (PROG_IN) der digitalen Schnittstelle (IF₁) kalibriert wird, wobei in noch einem weiteren Schritt die Umsetzung der externen Dimmwerte in die internen Dimmwerte in einem nicht-flüchtigen Speicher des Betriebsgeräts gespeichert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem eine Maximalwertbeschränkung der internen Dimmwerte unterhalb von 100% festlegbar ist, die selektiv einschaltbar ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die internen Dimmwerte auf den Bereich zwischen 0% und der Maximalwertbeschränkung aufgeteilt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Betriebsgerät mehrere Ausgänge aufweist, wobei interne Dimmkennlinien individuell für jeden dieser Ausgänge kalibriert werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die internen Dimmkennlinien der Leuchtmittel (LM), insbesondere LEDs, unterschiedlicher Farbe, individuell kalibriert werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei interne Dimmkennlinien der Leuchtmittel (LM), insbesondere LEDs, unterschiedlicher Farbe zur Anpassung an die Wahrnehmung des menschlichen Auges individuell kalibriert werden.

Claims

1. An operating device for operating a lighting device (LM), wherein the operating device has a digital interface (IF₁), by means of which the operating device (BG) may be supplied by a bus system with external dimming values as digital bus signals, wherein
- the operating device (BG) has means of conversion, which are set up to convert said supplied external dimming values into quantized internal dimming values and wherein the operating device is further designed to control the connected lighting devices (LM) on the basis of the

- internal dimming values, **characterized in that**
- the internal dimming values are resolved higher than the external dimming values, and wherein
 - the operating device (BG) has calibration means for calibrating the conversion of the external dimming values into the internal dimming values by means of the bus system with the aid of a communications protocol via a control signal input (PROG_IN) of the digital interface (IF₁), and wherein
 - the operating device has a non-volatile memory, in which the conversion of the external dimming values into the internal dimming values is stored.
2. An operating device according to claim 1, wherein the lighting device (LM) is at least one light-emitting diode (LED₁ to LED_N).
 3. An operating device according to one of the preceding claims, having a flash-memory (EEPROM) for storing the calibratable conversion of the external dimming values into internal dimming values.
 4. An operating device according to one of the preceding claims, in which a maximum value restriction of the internal dimming values below 100% is determinable, which can be switched on selectively.
 5. An operating device according to claim 4, in which all available internal dimming values are divided into the range between 0% and the maximum value restriction.
 6. An operating device according to one of the preceding claims, which has several outputs for control of lighting devices, wherein internal dimming characteristic are individually calibratable for each of said outputs.
 7. An operating device according to claim 6, wherein the outputs control lighting devices of different colors.
 8. A method for the configuration of an operating device (BG) for a lighting device (LM), to which external dimming values are supplied by a bus system as digital bus signals via a digital interface, wherein
 - in one step the supplied external dimming values are converted into quantized internal dimming values, on the basis of which the control of the connected lighting devices (LM) takes place, **characterized in that**
 - the internal dimming values are resolved higher than the external dimming values, in a further step the conversion of the external dimming values into the internal dimming values is calibrated
- by means of the bus system with the aid of a communications protocol via a control signal input (PROG_IN) of the digital interface (IF₁),
- wherein in yet another step the conversion of the external dimming values into the internal dimming values is stored in a non-volatile memory of the operating device.
9. A method according to claim 8, in which a maximum value restriction of the internal dimming values below 100% is determinable, which can be switched on selectively.
 10. A method according to claim 9, in which the internal dimming values are divided into the range between 0% and the maximum value restriction.
 11. A method according to claim 9, wherein the operating device has several outputs, wherein internal dimming characteristics are calibrated individually for each of said outputs.
 12. A method according to claim 11, wherein the internal dimming characteristics of the lighting device (LM), in particular LEDs, of different colors, are calibrated individually.
 13. A method according to claim 12, wherein internal dimming characteristics of the lighting device (LM), in particular LEDs, of different colors, are calibrated individually to adjust to the perception of the human eye.
- ### Revendications
1. Appareil d'actionnement pour l'actionnement d'un dispositif d'éclairage (LM), cet appareil d'actionnement comprenant une interface numérique (IF₁) par l'intermédiaire de laquelle des niveaux de gradation externes peuvent être envoyés, par un système de bus, à l'appareil d'actionnement (BG) sous la forme de signaux de bus numériques,
 - l'appareil d'actionnement (BG) comprenant des moyens de conversion conçus pour convertir des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes quantifiés et l'appareil d'actionnement étant en outre conçu pour commander les dispositifs d'éclairage (LM) branchés sur la base des niveaux de gradation internes, **caractérisé en ce que**
 - les niveaux de gradation internes présentent une résolution supérieure aux niveaux de gradation externe et
 - l'appareil d'actionnement (BG) comprenant des moyens d'étalonnage pour l'étalonnage de

- la conversion des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes par l'intermédiaire d'un système de bus à l'aide d'un protocole de communication par l'intermédiaire d'une entrée de signal de commande (PROG_IN) de l'interface numérique (IF₁) et
- l'appareil d'actionnement comprend une mémoire non volatile, dans lequel la conversion des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes est enregistrée.
2. Appareil d'actionnement selon la revendication 1, le dispositif d'éclairage (LM) est au moins une diode lumineuse (LED₁ à LED_N).
 3. Appareil d'actionnement selon l'une des revendications précédentes, comprenant une mémoire flash (EEPROM) pour l'enregistrement de la conversion étalonnable des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes.
 4. Appareil d'actionnement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une limitation de valeur maximale des niveaux de gradation internes peut être fixée en dessous de 100%, qui peut être activée de manière sélective.
 5. Appareil d'actionnement selon la revendication 4, dans lequel tous les niveaux de gradation internes disponibles sont répartis sur la plage entre 0% et la limitation de valeur maximale.
 6. Appareil d'actionnement selon l'une des revendications précédentes, qui dispose de plusieurs sorties pour la commande de dispositifs d'éclairage, des courbes caractéristiques de gradation interne pouvant être étalonnées individuellement pour chacune de ces sorties.
 7. Appareil d'actionnement selon la revendication 6, les sorties commandant des dispositifs d'éclairage de couleurs différentes.
 8. Procédé de configuration d'un appareil d'actionnement (BG) pour des dispositifs d'éclairage (LM), auquel sont envoyés, par un système de bus, des niveaux de gradation externes sous la forme de signaux de bus numériques par l'intermédiaire d'une interface numérique,
 - les niveaux de gradation externes envoyés étant convertis, dans une étape, en niveaux de gradation internes quantifiés, sur la base desquels les dispositifs d'éclairage (LM) branchés sont commandés, **caractérisé en ce que**
 - les niveaux de gradation internes présentant une résolution supérieure aux niveaux de gradation externes,
- dans une étape supplémentaire, la conversion des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes étant étalonnée par l'intermédiaire du système de bus à l'aide d'un protocole de communication par l'intermédiaire d'une entrée de signal de commande (PROG_IN) de l'interface numérique (IF₁),
- la conversion des niveaux de gradation externes en niveaux de gradation internes étant enregistrée, dans une étape supplémentaire, dans une mémoire non volatile de l'appareil d'actionnement.
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la limitation de valeur maximale des niveaux de gradation internes peut être fixée en dessous de 100%, qui peut être activée de manière sélective.
 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel les niveaux de gradation internes sont répartis sur la plage entre 0% et la limitation de valeur maximale.
 11. Procédé selon la revendication 9, l'appareil d'actionnement comprenant plusieurs sorties, des courbes caractéristiques de gradation interne étant étalonnées individuellement pour chacune de ces sorties.
 12. Procédé selon la revendication 11, les courbes caractéristiques de gradation interne des dispositifs d'éclairage (LM), plus particulièrement des LED de couleurs différentes, sont étalonnées individuellement.
 13. Procédé selon la revendication 12, des courbes caractéristiques de gradation interne des dispositifs d'éclairage (LM), plus particulièrement des LED de couleurs différentes, sont étalonnées individuellement afin de les adapter à la perception de l'oeil humain.

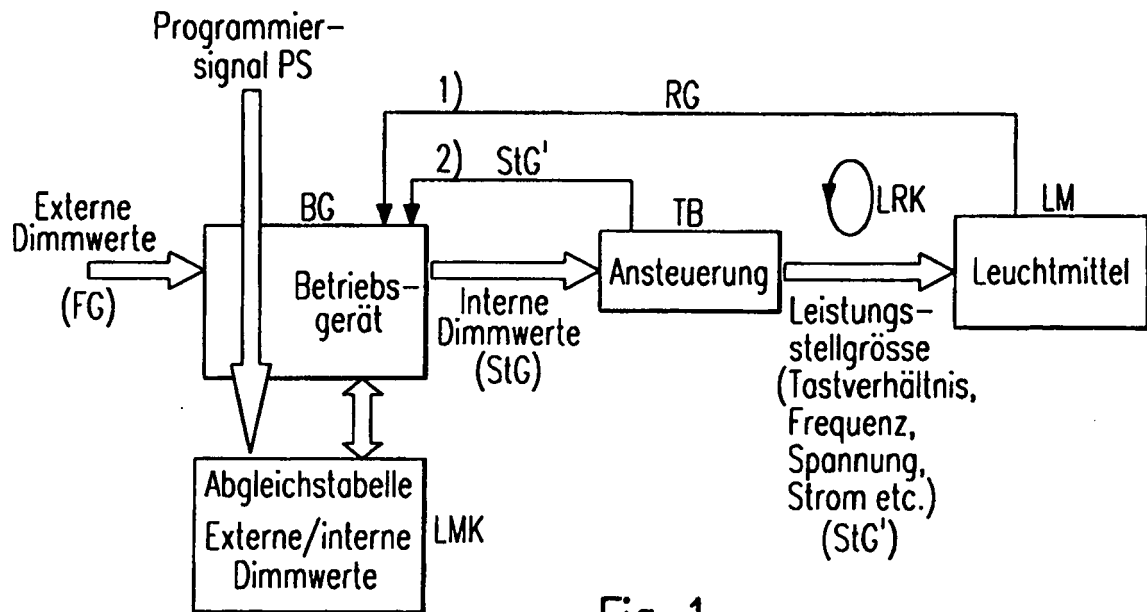


Fig. 1

- 1) Rückführung eines Leistungsparameters (Regelgrösse RG) über eine optionale Rückführungsleitung an das Betriebsgerät BG
- 2) Rückführung der Leistungs-Stellgrösse StG' über eine weitere optionale Rückführungsleitung an das Betriebsgerät BG

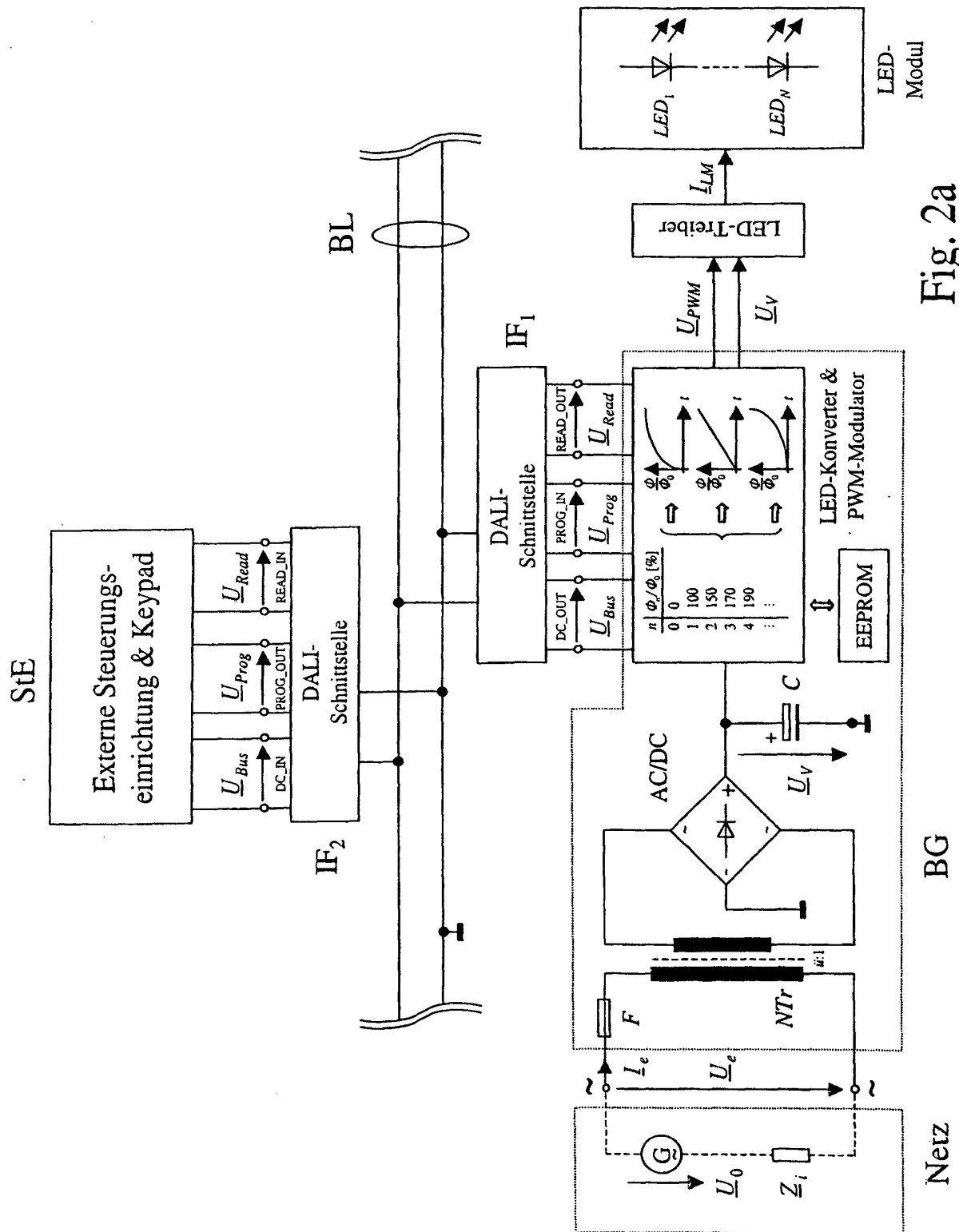
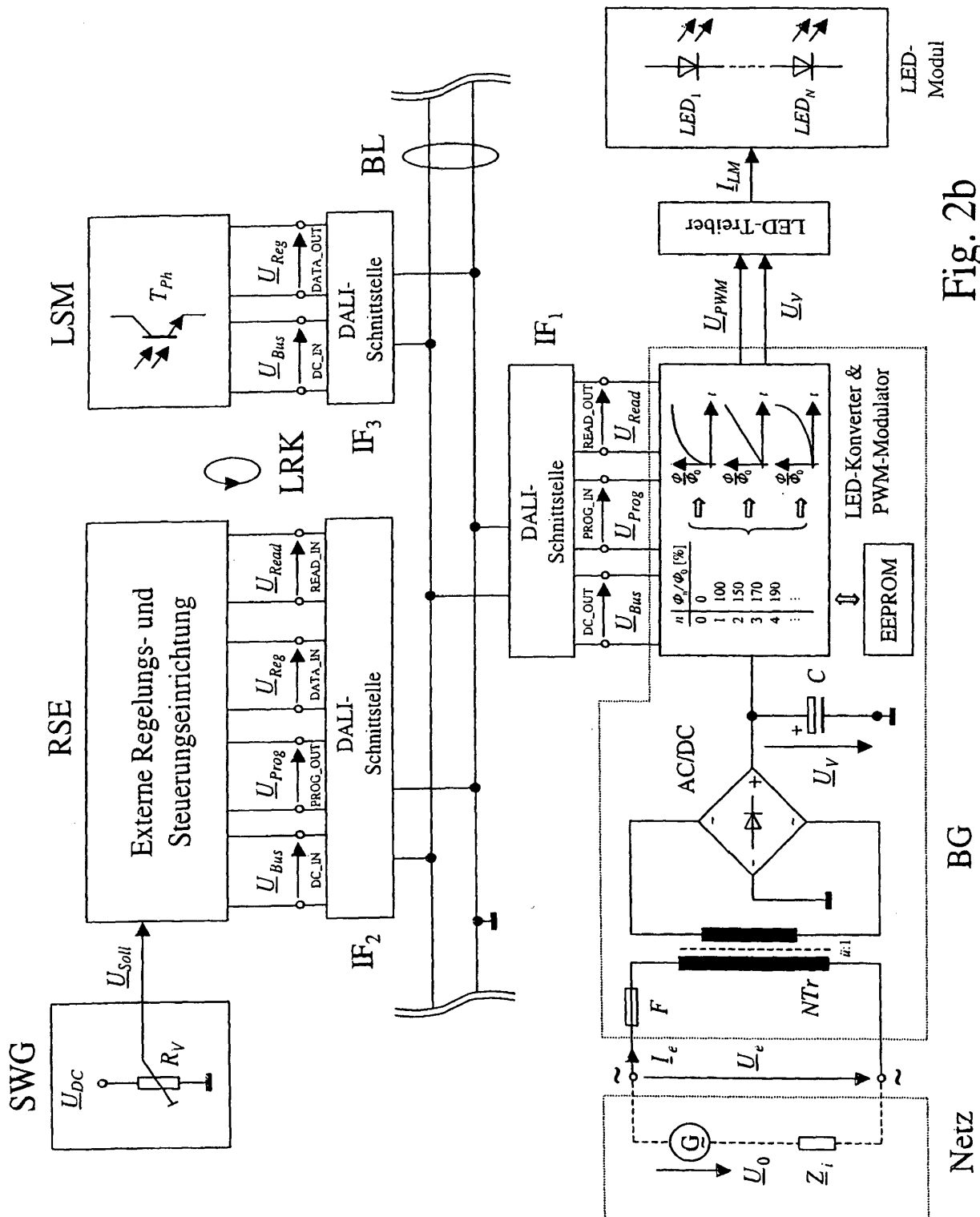


Fig. 2a



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

- DE 202004006292 U1 **[0003]**
- EP 1135005 A2 **[0004]**
- DE 20312298 U1 **[0005]**
- DE 10112114 A1 **[0006]**