



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 50 100 A1** 2005.06.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 50 100.2**  
 (22) Anmeldetag: **27.10.2003**  
 (43) Offenlegungstag: **09.06.2005**

(51) Int Cl.7: **H05B 37/02**

(71) Anmelder:  
**KWL-Lighting GmbH, 82041 Oberhaching, DE**

(74) Vertreter:  
**Sartena, C., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 82166  
 Gräfelfing**

(72) Erfinder:  
**Weinhold, Karl, 81545 München, DE**

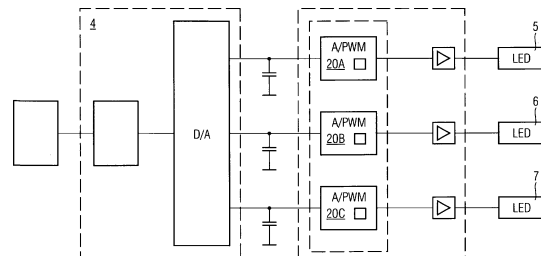
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 198 24 756 A1**  
**DE 202 13 984 U1**  
**LEMME, Helmut: Smartpower-IC vereinfacht  
 Dimmer-  
 schaltung. In: Elektronik, 1996, Heft 24, S. 106-1  
 07;**  
**FOSLER, R. CONTENTI, C., RIBBARICH, T.:  
 Digitaly  
 Adressable DALI Dimming Ballast. Microchip  
 Techno-  
 logy Inc., Application Note AN809, 2002, 2355  
 Chandler, AZ, USA, (rech. am 13.7.2004) Im Inter-  
 net:<[http://ww1.microchip.com/downloads/en/-Ap  
 pNot  
 es/00809b.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/-Ap<br/>
  pNot<br/>
  es/00809b.pdf)>;**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung und Verfahren zur Steuerung eines Leuchtelementes**

(57) Zusammenfassung: Eine Steuervorrichtung (1) zur Steuerung zumindest eines Leuchtelementes (5, 6, 7) mittels eines pulswidenmodulierten Ausgangssignals weist einen ersten Umsetzer (4) auf, der ein digitales Eingangssignal in zumindest ein analoges Signal umsetzt. Außerdem ist ein zweiter Umsetzer (20A, 20B, 20C) vorgesehen, der das von dem ersten Umsetzer (4) zumindest mittelbar zu dem zweiten Umsetzer (20A, 20B, 20C) geführte analoge Signal in das pulswidenmodulierte Ausgangssignal umsetzt. Dabei steuert der zweite Umsetzer (20A, 20B, 20C) die Pulsweite des pulswidenmodulierten Ausgangssignals in Abhängigkeit von dem analogen Signal zumindest im Wesentlichen kontinuierlich. Außerdem wird ein entsprechendes Verfahren zur Steuerung eines Leuchtelementes angegeben.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Gebiet der Leucht- und Beleuchtungssteuerungen zur Steuerung zumindest eines Leuchtelements.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei bekannten Steuervorrichtungen ist eine Recheneinheit (Mikrocontroller) vorgesehen, die ein Steuersignal in ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal umsetzt. Als Steuersignal kommen insbesondere digitale Protokolle zur Übertragung von Helligkeitswerten für verschiedene nachgeordnete Zweige von Leuchtelementen in Frage. Beispiele für bekannte digital codierte Eingangssignale sind DMX und Dali. Die bekannte Technik eignet sich für Leuchtanlagen, wie Ampeln und Videowände sowie für Beleuchtungsanlagen, insbesondere als Leuchte für die Innenbeleuchtung.

**[0003]** Das bekannte Steuersignal hat eine Auflösung von 8 Bit, so dass sich pulsweitenmodulierte Ausgangssignale mit 256 verschiedenen Weiten erzeugen lassen, wobei die Pulsweite jeweils ein ganzzahliges Vielfaches einer vorgegebenen Einheit ist. Es lassen sich zwar auch höher codierte Eingangssignale verwenden, wie z.B. mit 16 Bit, diese bedingen jedoch einen erheblich größeren technischen Aufwand bei der Umsetzung. Die dadurch bedingten Mehrkosten machen eine solche hoch auflösende Steuerung für gewöhnliche Anwendungen unattraktiv.

**[0004]** Die Steuerung mit niedriger Auflösung, z.B. mit 8 Bit, hat allerdings den Nachteil, dass insbesondere bei niedriger Helligkeit, d.h. bei geringer Pulsweite, die Helligkeitsunterschiede beim Erhöhen der Pulsweite um eine Einheit für das Auge zu einem deutlichen Sprung in der Helligkeitszunahme führen. Z.B. bedeutet die Vergrößerung der Pulsweite von einer auf zwei Einheiten eine Verdoppelung der abgegebenen Leuchtleistung, die deutlich als eine sprunghafte Helligkeitsänderung wahrgenommen wird. Dieses Problem besteht auch bei einer höheren Auflösung des digital codierten Eingangssignals, die Helligkeitsänderung ist dann lediglich weniger ausgeprägt.

### Aufgabenstellung

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Steuervorrichtung zur Steuerung zumindest eines Leuchtelements, bei dem die Wahrnehmung der Steuervorgänge zum Ändern der Helligkeit des Leuchtelements verringert ist und das gleichzeitig technisch einfach, d.h. insbesondere kostengünstig, realisiert werden kann, und ein zugehöriges Verfahren für solch eine Steuervorrichtung zu schaffen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch eine Steuervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung zur Steuerung zumindest eines Leuchtelements erzeugt aus einem digital codierten Eingangssignal ein analoges Signal, das als Zwischensignal dient. In Abhängigkeit von dem analogen Signal erzeugt die Steuervorrichtung dann das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal, wobei durch das analoge Signal eine im Wesentlichen kontinuierliche Steuerung des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals erreicht wird. Dies hat den Vorteil, dass sich die abgegebene Lichtleistung innerhalb der technischen Grenzen des Leuchtelements nahezu beliebig variieren lässt, wodurch sich gleichmäßig verlaufende Änderungen der Helligkeit des Leuchtelements erzielen lassen. Eine gewollte sprunghafte Änderung der Helligkeit des Leuchtelements kann aber weiterhin erzielt werden, indem aufgrund des digital codierten Eingangssignals eine sprunghafte Änderung des analogen Signals herbeigeführt wird.

**[0008]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der oben genannten erfindungsgemäßen Steuervorrichtung bzw. des oben angegebenen erfindungsgemäßen Verfahrens möglich.

**[0009]** Vorteilhaft ist es, dass eine Glättungseinrichtung vorgesehen ist, die das von dem ersten Umsetzer zum zweiten Umsetzer geführte Signal glättet. Dadurch können durch einen Schaltvorgang bedingte Spannungsänderungen des analogen Signals ausgeglichen werden, um einen langsamen Anstieg bzw. eine langsame Absenkung des analogen Signals zu erreichen. Als Folge wird eine gleichmäßige Zunahme bzw. Abnahme der Pulsweite des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals erreicht, die sich über mehrere aufeinander folgende Perioden des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals erstreckt. In einfacher Weise kann die Glättungseinrichtung beispielsweise aus zumindest einem Kondensator bestehen oder einen oder mehrere Kondensatoren umfassen.

**[0010]** Vorteilhaft ist es, dass der zweite Umsetzer einen Datenspeicher aufweist, der eine minimale Pulsweite speichert und dass der zweite Umsetzer das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal derart erzeugt, dass es zumindest für eine Periode entweder das Null-Signal ist oder eine Pulsweite hat, die nicht kleiner als die in dem Datenspeicher gespeicherte minimale Pulsweite ist. Durch die minimale Pulsweite kann insbesondere die minimale zum Betrieb des Leuchtelements benötigte Leistung bzw. Energie des Leuchtelements berücksichtigt werden, so dass undefinierte Zwischenzustände vermieden werden. Dabei kann durch die minimale Pulsweite auch den

Schaltzeiten des Gesamtsystems Rechnung getragen werden.

**[0011]** In vorteilhafter Weise weist die Steuervorrichtung ein Verstärkungselement auf, das das von dem zweiten Umsetzer ausgegebene pulswidenmodulierte Ausgangssignal verstärkt. Dadurch eignet sich die Steuervorrichtung auch für Anordnungen, bei denen ein hoher Energiebedarf besteht.

**[0012]** In vorteilhafter Weise ist das pulswidenmodulierte Ausgangssignal ein rechteckförmiges Ausgangssignal. Dadurch kann die Belastung der Steuervorrichtung, insbesondere des zweiten Umsetzers, und des Leuchtelements verringert werden, da die beim Umschalten entstehenden Energieverluste verringert sind.

**[0013]** Vorteilhaft ist es, dass n zweite Umsetzer vorgesehen sind, dass der erste Umsetzer n analoge Signale erzeugt, von denen jeweils eines einem der n zweiten Umsetzer zugeführt wird und dass jeder der n zweiten Umsetzer unabhängig von den anderen n-1 zweiten Umsetzer ein pulswidenmoduliertes Ausgangssignal in Abhängigkeit von dem ihm jeweils zugeführten analogen Signal erzeugt. Dadurch kann aus einem digital codierten Eingangssignal eine Aufteilung auf n verschiedene Wege erfolgen. Jeder dieser Wege wird mit einem eigenen analogen Signal angesteuert, so dass jeder Weg unabhängig von den anderen eine Ansteuerung von einem oder mehreren Leuchtelementen ermöglicht.

#### Ausführungsbeispiel

**[0014]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

**[0015]** **Fig. 1** ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung und

**[0016]** **Fig. 2** ein von der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung bzw. mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugter Signalverlauf.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0017]** **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung **1**. Die Steuervorrichtung **1** dient zum Steuern eines oder mehrerer Leuchtelemente und insbesondere zur Steuerung der Helligkeit eines oder mehrerer Leuchtelemente. Insbesondere dient die Steuervorrichtung **1** zur Steuerung einer Leuchtanlage, wie einer Ampel oder einer Videowand, oder zur Steuerung einer Beleuchtungsanlage, wie einer Leuchte für die Beleuchtung eines Raumes. Weitere Anwendungen sind die Ansteuerung von Leuchtschildern, die z.B. in Fußball-

stadien oder auf Bahnsteigen verwendet werden, wobei sich die Anzeige von Lichtstreifen, Videofilmen oder dgl. verwirklichen lässt. Ferner eignet sich die erfindungsgemäße Steuervorrichtung **1** auch zur Steuerung einer Hintergrundbeleuchtung, z.B. für Anzeigeelemente und Bildschirmsichtgeräte, wie sie für Computer, Mobilfunktelefone und tragbare elektronische Terminkalender verwendet werden. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung **1** und das erfindungsgemäße Verfahren sind jedoch auch für andere Anwendungsfälle geeignet.

**[0018]** Die Steuervorrichtung **1** umfasst einen Rechner **2**, der eine zentrale Recheneinheit oder dgl. aufweisen kann. Der Rechner **2** erzeugt ein digitales Eingangssignal, das über eine Leitung **3** in einen ersten Umsetzer **4** eingegeben wird. Das über die Leitung **3** übertragene digitale Eingangssignal überträgt digital codierte Informationen von dem Rechner **2** zu dem ersten Umsetzer **4**. Das digital codierte Eingangssignal kann dabei auf einem Protokoll, wie z.B. DMX oder Dali, basieren. Das digitale Eingangssignal **3** kann die digital codierten Informationen aber auch in anderer Weise übertragen. Beispielsweise können die digital codierten Informationen auch als einfache Bitfolge übertragen werden.

**[0019]** In dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung sind in dem digitalen Eingangssignal die Helligkeitswerte für drei verschiedene Leuchtelemente, nämlich die Leuchtelemente **5**, **6** und **7**, codiert.

**[0020]** Der erste Umsetzer **4** umfasst einen Decodierer **10**, der das digitale Eingangssignal, das die digital codierten Informationen enthält, in digitale Daten decodiert, die über die Leitung **11** an einen digital-zu-analog-Umsetzer (D/A-Umsetzer) **12** geleitet werden. Der D/A-Umsetzer **12** ist ebenfalls Teil des ersten Umsetzers **4**.

**[0021]** Der D/A-Umsetzer **12** setzt die über die Leitung **11** eingegebenen digitalen Daten in drei voneinander unabhängige analoge Ausgangssignale um, die über die Leitungen **13A**, **13B** und **13C** ausgegeben werden.

**[0022]** Durch den ersten Umsetzer **4**, der den Decodierer **10** und den D/A-Umsetzer **12** aufweist, wird somit das digitale Eingangssignal, das über die Leitung **3** eingegeben wird, in drei analoge Ausgangssignale umgesetzt, die über die Leitungen **13A**, **13B** und **13C** ausgegeben werden.

**[0023]** Die Leitung **13A** ist zum Glätten des darüber ausgegebenen Ausgangssignals über einen Kondensator **14A** mit Masse verbunden. Entsprechend sind auch die Leitungen **13B** und **13C** jeweils über einen Kondensator **14B** bzw. **14C** mit Masse verbunden. Durch jeden der Kondensatoren **14A**, **14B** und **14C**

ist eine Glättungseinrichtung zum Glätten des über die jeweilige Leitung **13A**, **13B** und **13C** übertragenen analogen Ausgangssignals gegeben.

**[0024]** Die über die Leitungen **13A**, **13B** und **13C** übertragenen analogen Ausgangssignale werden getrennt voneinander an eine Einrichtung **15** übertragen. Die Einrichtung **15** weist eine Umsetzerguppe **16** auf, die die zweiten Umsetzer **20A**, **20B** und **20C** umfasst. Dabei ist der D/A-Umsetzer **12** über die Leitung **13A** mit dem zweiten Umsetzer **20A** verbunden, der D/A-Umsetzer **12** ist über die Leitung **13B** mit dem zweiten Umsetzer **20B** verbunden und der D/A-Umsetzer **12** ist durch die Leitung **13C** mit dem zweiten Umsetzer **20C** verbunden.

**[0025]** In dem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die zweiten Umsetzer **20A**, **20B** und **20C** Teil der Umsetzerguppe **16**. Die zweiten Umsetzer **20A**, **20B** und **20C** können jedoch sowohl baulich als auch räumlich getrennt voneinander angeordnet sein.

**[0026]** Der zweite Umsetzer **20A** setzt das über die Leitung **13A** übertragene analoge Signal in ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal um, das über die Leitung **21A** von dem zweiten Umsetzer **20A** ausgegeben wird. Der zweite Umsetzer **20B** setzt das über die Leitung **13B** übertragene analoge Signal in ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal um, das über die Leitung **21B** aus dem zweiten Umsetzer **20B** ausgegeben wird und der zweite Umsetzer **20C** setzt das über die Leitung **13C** übertragene analoge Signal in ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal um, das über die Leitung **21C** aus dem zweiten Umsetzer **20C** ausgegeben wird.

**[0027]** Somit werden über die Leitungen **21A**, **21B** und **21C** drei voneinander unabhängige pulsweitenmodulierte Ausgangssignale von der Umsetzerguppe **16** ausgegeben.

**[0028]** Die Einrichtung **15** weist außerdem Verstärkerelemente **22A**, **22B** und **22C** auf, die zum Verstärken der von der Umsetzerguppe **16** ausgegebenen pulsweitenmodulierten Ausgangssignale dienen. Das Verstärkerelement **22A** verstärkt das über die Leitung **21A** übertragene pulsweitenmodulierte Ausgangssignal und gibt das verstärkte pulsweitenmodulierte Ausgangssignal auf der Leitung **23A** aus. Das Verstärkerelement **22B** verstärkt das über die Leitung **21B** übertragene pulsweitenmodulierte Ausgangssignal und gibt das verstärkte pulsweitenmodulierte Ausgangssignal über die Leitung **23B** aus. Entsprechend gibt das Verstärkerelement **22C** das über die Leitung **21C** übertragene pulsweitenmodulierte Ausgangssignal in verstärkter Form über die Leitung **23C** aus.

**[0029]** An die Einrichtung **15** werden über die Leitungen **13A**, **13B** und **13C** analoge Signale eingege-

ben und die Einrichtung **15** gibt pulsweitenmodulierte und verstärkte Ausgangssignale an den Leitungen **23A**, **23B** und **23C** aus. Dabei wird das pulsweitenmodulierte und verstärkte Ausgangssignal, das über die Leitung **23A** ausgegeben wird, in Abhängigkeit von dem analogen Signal, das über die Leitung **13A** eingegeben wird, erzeugt. D.h., die Einrichtung **15** setzt das über die Leitung **13A** eingegebene analoge Signal in ein über die Leitung **23A** ausgegebenes pulsweitenmoduliertes und verstärktes Ausgangssignal um. Die Umsetzung des analogen Signals in das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal erfolgt dabei in dem zweiten Umsetzer **20A** und die Verstärkung des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals in das pulsweitenmodulierte und verstärkte Ausgangssignal erfolgt in dem Verstärkerelement **22A**. Entsprechend erfolgt die Umsetzung des über die Leitung **13B** bzw. des über die Leitung **13C** an die Einrichtung **15** eingegebenen analogen Signals in das über die Leitung **23B** bzw. **23C** ausgegebene pulsweitenmodulierte und verstärkte Ausgangssignal.

**[0030]** Die Einrichtung **15** ist mittels der Leitungen **23A**, **23B** und **23C** mit den Leuchtelementen **5**, **6** und **7** verbunden. Die Leuchtelemente **5**, **6** und **7** sind in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel als Licht emittierende Halbleiterdioden (LED) ausgebildet. Anstelle eines Leuchtelements **5** können aber auch mehrere Leuchtelemente vorgesehen sein, die mittels der Leitung **23A** mit der Einrichtung **15** verbunden sind. Entsprechend können auch mehrere Leuchtelemente anstelle des Leuchtelementes **6** mittels der Leitung **23B** mit der Einrichtung **15** bzw. mehrere Leuchtelemente anstelle des Leuchtelementes **7** mittels der Leitung **23C** mit der Einrichtung **15** verbunden sein. Sofern die von der Umsetzerguppe **16** abgegebene Leistung zum Betrieb der Leuchtelemente **5**, **6** und **7** ausreicht, können die Verstärkerelemente **22A**, **22B** und **22C** der Einrichtung **15** auch entfallen.

**[0031]** Die Übertragung der Daten von dem Decodierer **10** zu dem D/A-Umsetzer **12** über die Leitung **11** kann als serieller Datenstrom, d.h. über eine Datenleitung, erfolgen, wobei dann der D/A-Umsetzer **12** eine Aufteilung des seriellen digitalen Datenstroms auf die verschiedenen Wege durchführt. Hierfür können über die Leitung **11** auch Steuerdaten zwischen dem Decodierer **10** und dem D/A-Umsetzer **12** in einer oder in beiden Richtungen übertragen werden.

**[0032]** Der digitale Datenstrom kann aber auch parallel über die Leitung **11** von dem Decodierer **10** zu dem D/A-Umsetzer **12**, z.B. mittels paralleler Schnittstellen und eines parallelen Datenbusses, übertragen werden.

**[0033]** Der zweite Umsetzer **20A** weist einen Datenspeicher **24A** auf, der zweite Umsetzer **20B** weist ei-

nen Datenspeicher **24B** auf und der zweite Umsetzer **20C** weist einen Datenspeicher **24C** auf.

**[0034]** Der Datenspeicher **24A** dient zum Speichern einer minimalen Pulsweite  $t_{\min}$ . Entsprechend dienen auch die Datenspeicher **24B** und **24C** zum Speichern von minimalen Pulsweiten. Die in den Datenspeichern **24A**, **24B** und **24C** gespeicherten Pulsweiten können unabhängig voneinander gespeichert werden. D.h., in den Datenspeichern **24A**, **24B** und **24C** können unterschiedliche minimale Pulsweiten gespeichert sein. Anhand der [Fig. 2](#) wird die Funktion der gespeicherten minimalen Pulsweite  $t_{\min}$ , die in dem Datenspeicher **24A** gespeichert ist, im Detail erläutert. Entsprechend ergibt sich auch die Funktion der in den Datenspeichern **24B** und **24C** gespeicherten minimalen Pulsweiten.

**[0035]** [Fig. 2](#) zeigt den Signalverlauf des über die Leitung **23A** übertragenen pulsweitenmodulierten Ausgangssignals, das dem Leuchtelement **5** zugeführt wird. Der in der [Fig. 2](#) dargestellte Signalverlauf ist daher als Prinzipdarstellung zu verstehen und es ist offensichtlich, dass aufbauend auf dem erläuternden Prinzip eine Vielzahl von möglichen Signalverläufen gebildet werden können. Die über die Leitungen **23B** und **23C** übertragenen pulsweitenmodulierten Ausgangssignale für die Leuchtelemente **6** bzw. **7** sind in entsprechender Weise aufgebaut.

**[0036]** In [Fig. 2](#) ist an der Abszisse die Zeit  $t$  aufgetragen und an der Ordinate ist die Spannung  $U$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals angetragen. Der Signalverlauf ist dabei nur für eine Periode, d.h. zwischen dem Zeitpunkt  $t = 0$  und dem Zeitpunkt  $t = T$  dargestellt. Der Anfang der Periode ist dabei willkürlich auf den Zeitpunkt  $t = 0$  gesetzt. Das tatsächliche pulsweitenmodulierte Ausgangssignal, das über die Leitung **23A** übertragen wird, ergibt sich aus einer Vielzahl von solchen aneinander gereihten Signalverläufen.

**[0037]** Zum Zeitpunkt  $t = 0$  wird die Spannung des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals von einem Wert  $U_L$  auf einen Wert  $U_H$  erhöht. Der Wert  $U_L$  kennzeichnet dabei einen Niederpegel (L-Pegel) und der Wert  $U_H$  kennzeichnet einen Hochpegel (H-Pegel). Die Spannung  $U_L$  kann z.B. zwischen 0 Volt und 0,3 Volt betragen. Die Hochpegelspannung  $U_H$  kann einige Volt, z.B. 2 Volt bis 3 Volt betragen, falls als Leuchtelement eine Licht emittierende Halbleiterdiode verwendet wird. In Abhängigkeit von dem anzusteuern den Leuchtelement kann die Hochpegelspannung  $U_H$  aber auch einige hundert Volt oder mehr betragen. In letzterem Fall wird der in der [Fig. 1](#) dargestellte Verstärker **22A** vorzugsweise als Leistungsschalter ausgeführt.

**[0038]** Die Spannung  $U$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals wird zwischen dem Zeitpunkt  $t = 0$

und dem Zeitpunkt  $t = t_1$  im Wesentlichen konstant auf der Hochpegelspannung  $U_H$  gehalten. Zum Zeitpunkt  $t = t_1$  wird die Spannung  $U$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals auf den Wert  $U_L$  abgesenkt. Zwischen dem Zeitpunkt  $t = t_1$  und dem Zeitpunkt  $t = T$  wird die Spannung  $U$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals dann auf dem Wert  $U_L$  gehalten. Im Zeitpunkt  $t = T$  schließt sich an die eben beschriebene Periode die nächste Periode des Ausgangssignals an.

**[0039]** Der beschriebene Signalverlauf ist ein rechteckförmiger Signalverlauf, d.h. zum Zeitpunkt  $t = 0$  hat das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal eine führende Flanke **30** und zum Zeitpunkt  $t = t_1$  hat das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal eine hintere Flanke **31**.

**[0040]** Der in dem Datenspeicher **24A** gespeicherte Wert, d.h. die minimale Pulsweite  $t_{\min}$ , ist in der [Fig. 2](#) auf der Abszisse zwischen dem Zeitpunkt  $t = 0$  und dem Zeitpunkt  $t = t_1$  angetragen. Der zweite Umsetzer **20A** erzeugt das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal derart, dass der Zeitpunkt  $t = t_1 = 0$  ist, d.h. in dieser Periode ist das ausgegebene Signal das Null-Signal, oder dass  $t_1 \geq t_{\min}$  ist. Diese Ungleichung bedeutet, dass die Pulsweite  $t_1$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals mindestens gleich der minimalen Pulsweite  $t_{\min}$  ist, oder mit anderen Worten, dass die Pulsweite des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals größer oder gleich der minimalen Pulsweite  $t_{\min}$  ist.

**[0041]** In Abhängigkeit von dem Betriebsstrom des Leuchtelements **5** und evtl. auftretenden Übertragungsverlusten kann die minimale Pulsweite  $t_{\min}$  bei der gegebenen Hochpegelspannung  $U_H$  so gewählt werden, dass eine minimale elektrische Energie pro Periode bzw. eine gewisse elektrische Leistung an das Leuchtelement **5** abgegeben wird. Außerdem kann dem Schaltverhalten der gesamten Anordnung, insbesondere der Trägheit des Leuchtelements **5**, Rechnung getragen werden, indem die minimale Pulsweite  $t_{\min}$  so gewählt wird, dass das Leuchtelement **5** einen definierten Leuchtzustand für ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal mit der minimalen Pulsweite  $t_{\min}$  hat.

**[0042]** Der zweite Umsetzer **20A** ermittelt aufgrund des über die Leitung **13A** übertragenen analogen Signals eine zugehörige Pulsweite. Falls diese Pulsweite die minimale Pulsweite  $t_{\min}$  unterschreitet, wird die Pulsweite  $t_1$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals auf null gesetzt. Andernfalls wird die Pulsweite  $t_1$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals auf den ermittelten Wert gesetzt.

**[0043]** Zwischen dem Zeitpunkt  $t = t_{\min}$  und dem Zeitpunkt  $t = T$  kann die Pulsweite  $t_1$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals im Wesentlichen konti-

nuierlich variiert werden, da das analoge Signal, das über die Leitung **13A** übertragen wird, kontinuierlich erhöht oder verringert werden kann.

**[0044]** Bei der Umsetzung der über die Leitung **11** an den D/A-Umsetzer **12** übertragenen Daten kann sowohl eine lineare Umsetzung als auch eine nicht lineare Umsetzung vorgenommen werden. Vorteilhaft ist es, dass bei einer nicht linearen Umsetzung ein progressiver Verlauf gewählt wird. D.h., der D/A-Umsetzer **12** setzt den digitalen Datenstrom so um, dass mit steigender Spannung die bei der Umsetzung erfolgenden Spannungsschritte vergrößert werden.

**[0045]** Ferner kann der D/A-Umsetzer **12** des ersten Umsetzers **4**, falls die über die Leitung **11** übertragenen Daten eine Erhöhung oder Verringerung um wenige Einheiten, insbesondere um eine Einheit, anzeigen, das heißt wenn eine gleichmäßige Änderungen der Helligkeit zumindest eines der Leuchtelemente **5**, **6** oder **7** beabsichtigt ist, das zugehörige analoge Signal langsam erhöhen. Die langsame Erhöhung erfolgt dabei in zeitlicher Hinsicht in Abhängigkeit von dem Zweck des Einsatzes und erfolgt über einen Zeitraum, der mehreren Perioden  $T$  des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals entspricht.

**[0046]** Falls die über die Leitung **11** übertragenen Daten eine Erhöhung oder Verringerung um mehrere Einheiten anzeigen, das heißt wenn ein gewollter Sprung des Helligkeitsverlaufes zumindest eines der Leuchtelemente **5**, **6** oder **7** in dem Signal codiert ist, dann erfolgt vorzugsweise eine im Wesentlichen sofortige Umsetzung dieses gewollten Sprungs durch den D/A-Umsetzer **12** des ersten Umsetzers **4**. Dabei wird das dem jeweiligen Leuchtelement zugeordnete analoge Signal zumindest im wesentlich sprunghaft erhöht oder abgesenkt. Die Erhöhung oder Absenkung erfolgt vorzugsweise in einem Zeitraum, der höchsten einigen Perioden  $T$ , vorzugsweise höchstens einer Periode  $T$ , des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals entspricht. Dadurch tritt auch in dem pulsweitenmodulierten Ausgangssignal eine sprunghafte Änderung der Pulsweite  $t_1$  auf, die zu der beabsichtigten sprunghaften Helligkeitsänderung führt.

**[0047]** Somit kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung ein pulsweitenmoduliertes Ausgangssignal erzeugt werden, das eine stufenlose Steuerung der Weite des Hochpegels des Signalverlaufs ermöglicht. Z.B. kann die minimale Pulsweite auf  $t_{\min} = 5 \mu\text{s}$  bei einer Periodenlänge von  $T = 10 \text{ ms}$  eingestellt werden. Die Pulsweite  $t_1$  kann dann  $0 \mu\text{s}$  betragen oder einen Wert zwischen  $5 \mu\text{s}$  und  $10 \text{ ms}$  annehmen.

**[0048]** Es ist jedoch nicht zwingend erforderlich, eine minimale Pulsweite  $t_{\min}$  vorzugeben, insbesondere kann die minimale Pulsweite  $t_{\min}$  auch auf  $0 \mu\text{s}$  eingestellt werden.

**[0049]** Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt.

### Patentansprüche

1. Steuervorrichtung (**1**) zur Steuerung zumindest eines Leuchtelementes (**5**, **6**, **7**) mittels eines pulsweitenmodulierten Ausgangssignals mit einem ersten Umsetzer (**4**), der ein digitales Eingangssignal in zumindest ein analoges Signal umsetzt,

zumindest einem zweiten Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**), der das von dem ersten Umsetzer (**4**) zumindest mittelbar zu dem zweiten Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) geführte analoge Signal in das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal umsetzt, wobei der zweite Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) die Pulsweite ( $t_1$ ) des pulsweitenmodulierten Ausgangssignals in Abhängigkeit von dem analogen Signal zumindest im Wesentlichen kontinuierlich steuert.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Glättungseinrichtung vorgesehen ist, die das von dem ersten Umsetzer (**4**) zu dem zweiten Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) geführte Signal glättet.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Glättungseinrichtung einen Kondensator (**14A**, **14B**, **14C**) umfasst.

4. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) einen Datenspeicher (**24A**, **24B**, **24C**) aufweist, der eine minimale Pulsweite ( $t_{\min}$ ) speichert und dass der zweite Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal derart erzeugt, dass es zumindest für eine Periode entweder das Null-Signal ist oder eine Pulsweite ( $t_1$ ) hat, die nicht kleiner als die in dem Datenspeicher gespeicherte minimale Pulsweite ( $t_{\min}$ ) ist.

5. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (**1**) ein Verstärkungselement (**22A**, **22B**, **22C**) aufweist, das das von dem zweiten Umsetzer (**20A**, **20B**, **20C**) ausgegebene pulsweitenmodulierte Ausgangssignal verstärkt.

6. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtelement (**5**, **6**, **7**) zumindest eine Licht emittierende Halbleiterdiode aufweist.

7. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das pulsweitenmodulierte Ausgangssignal ein rechteckförmiges Ausgangssignal ist.

8. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche

1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass n zweite Umsetzer (**20A, 20B, 20C**) vorgesehen sind, dass der erste Umsetzer (**4**) n analoge Signale erzeugt, von denen jeweils eines einem der n Umsetzer (**20A, 20B, 20C**) zugeführt wird und dass jeder der n zweiten Umsetzer (**20A, 20B, 20C**) unabhängig von den anderen n-1 zweiten Umsetzern (**20A, 20B, 20C**) ein pulswellenmoduliertes Ausgangssignal in Abhängigkeit von dem ihm jeweils zugeführten analogen Signal erzeugt.

9. Verfahren zur Steuerung zumindest eines Leuchtelementes (**5, 6, 7**) mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Umsetzen eines digitalen Eingangssignals in zumindest ein analoges Signal, wobei das analoge Signal im Wesentlichen kontinuierlich veränderbar ist,
- b) Ermitteln der Pulsweite ( $t_1$ ) des pulswellenmodulierten Ausgangssignals in Abhängigkeit von dem analogen Signal und
- c) Umsetzen des analogen Signals in ein pulswellenmoduliertes Ausgangssignal mit der ermittelten Pulsweite ( $t_1$ ).

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch den Verfahrensschritt:  
Glätten des analogen Signals.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Verfahrensschritt b) folgende Verfahrensschritte umfasst:

- b1) Vergleichen der durch das analoge Signal vorgegebenen Pulsweite mit einer minimalen Pulsweite ( $t_{min}$ ),
- b2) Ermitteln der Pulsweite null, falls die durch das analoge Signal vorgegebene Pulsweite die minimale ( $t_{min}$ ) unterschreitet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch den Verfahrensschritt:  
Verstärken des pulswellenmodulierten Ausgangssignals.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

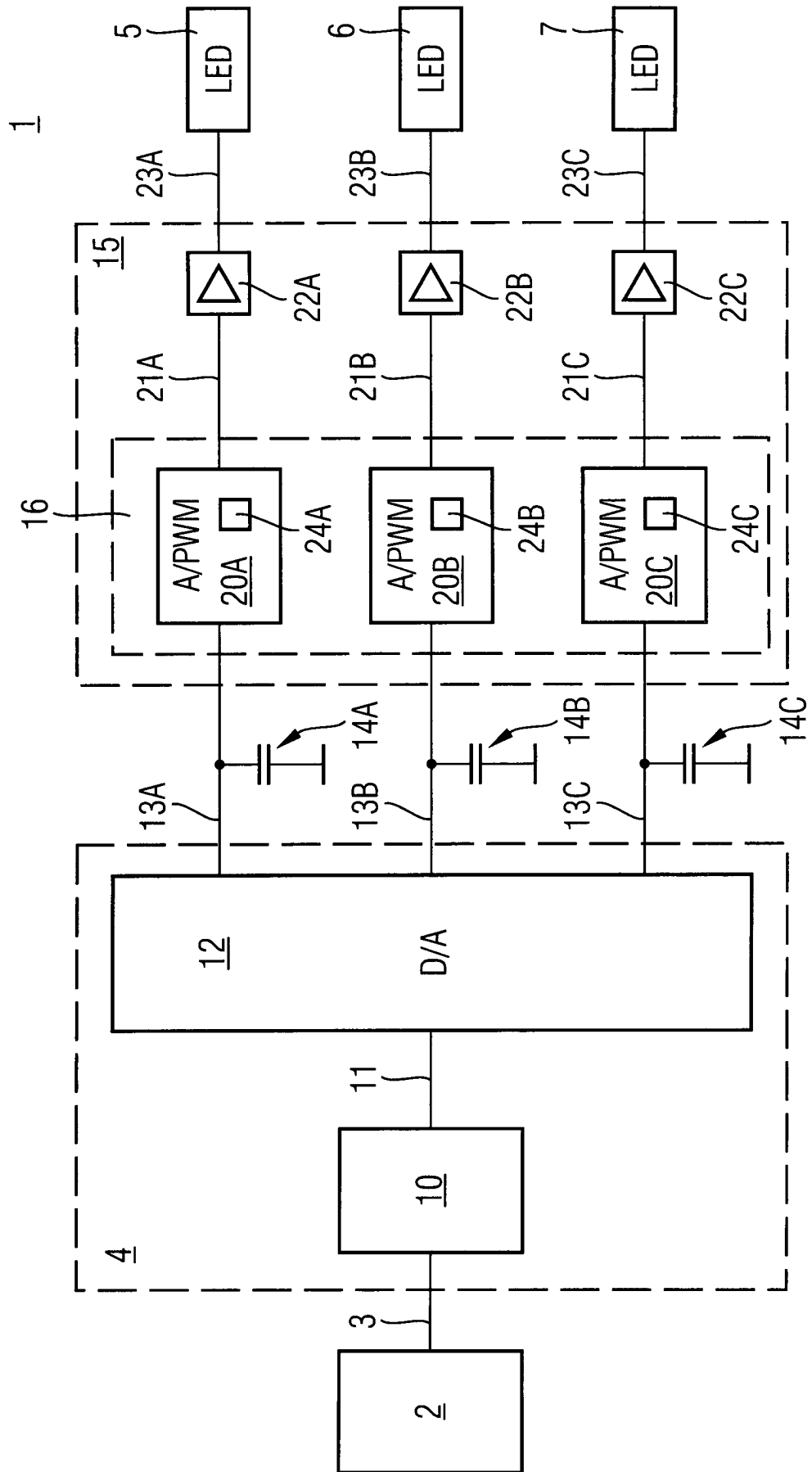




Fig. 2

