



(10) **DE 10 2013 210 581 B4** 2015.01.08

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 210 581.9**
 (22) Anmeldetag: **06.06.2013**
 (43) Offenlegungstag: **11.12.2014**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.01.2015**

(51) Int Cl.: **H05B 37/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
OSRAM GmbH, 80807 München, DE

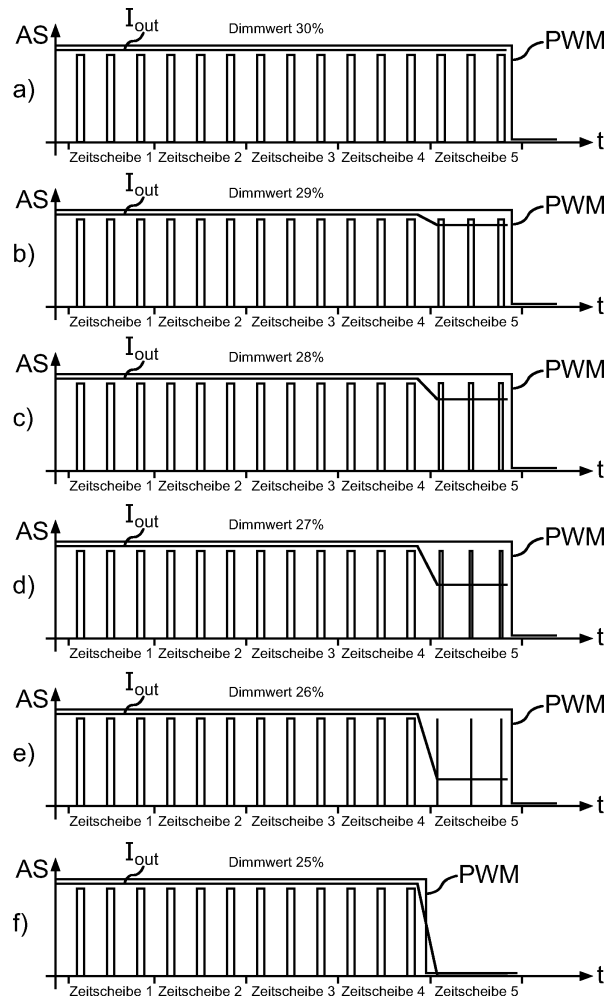
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2006 / 0 033 484 A1
US 2008 / 0 224 629 A1
US 2012 / 0 019 160 A1

(72) Erfinder:
Schmidl, Maximilian, 82049 Pullach, DE;
Mühlschlegel, Joachim, 82194 Gröbenzell, DE

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung (10) zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED umfassend einen Wandler (12) mit mindestens einem Wandlerschalter; eine Ansteuervorrichtung (14) für den mindestens einen Wandlerschalter, wobei die Ansteuervorrichtung (14) eine Schnittstelle zum Kopeln mit einer Dimmvorrichtung (16) zur Zuführung eines Dimmwerts umfasst, wobei der Dimmwert mit einer Dimmung korreliert ist, wobei die Ansteuervorrichtung (14) ausgelegt ist, an ihrem Ausgang ein Hf-Signal mit einem vorgebbaren Tastverhältnis bereitzustellen; sowie einen mit dem Wandlerausgang gekoppelten Ausgang zum Koppeln mit der mindestens einen LED, wobei die Ansteuervorrichtung (14) ausgelegt ist, zumindest ab einem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Hf-Signal durch Überlagerung eines PWM-Signals derart zu modifizieren, dass in Korrelation mit dem zugeführten Dimmwert eine vorgebbare Anzahl von Perioden des Hf-Signals aus dem Hf-Signal ausgeschnitten wird; und wobei die Ansteuervorrichtung (14) zur Einstellung von Dimmungen, die Dimmwerten entsprechen, die zwischen einem ersten und einem zweiten Dimmwert liegen, die sich durch mindestens eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, ausgelegt ist, das Tastverhältnis des Hf-Signals während mindestens einer vorgebbaren Periode des Hf-Signals zu reduzieren. Die Erfindung betrifft überdies ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED umfassend einen Eingang mit einem ersten und einem zweiten Eingangsanschluss zum Koppeln mit einer Versorgungsgleichspannung, einen Wandler mit mindestens einem Wandlerschalter, wobei der Wandler eingangsseitig mit dem Eingang gekoppelt ist, eine Ansteuervorrichtung für den mindestens einen Wandlerschalter, wobei die Ansteuervorrichtung eine Schnittstelle zum Koppeln mit einer Dimmvorrichtung zur Zuführung eines Dimmwerts umfasst, wobei der Dimmwert mit der Dimmung korreliert ist, wobei die Ansteuervorrichtung weiterhin ausgelegt ist, an ihrem Ausgang ein Hf-Signal mit einem vorgebbaren Tastverhältnis bereitzustellen sowie einen Ausgang mit einem ersten und einem zweiten Ausgangsanschluss zum Koppeln mit der mindestens einen LED, wobei der Ausgang mit dem Ausgang des Wandlers gekoppelt ist, wobei die Ansteuervorrichtung ausgelegt ist, zumindest ab einem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung, das Hf-Signal durch Überlagerung eines PWM-Signals derart zu modifizieren, dass in Korrelation mit dem zugeführten Dimmwert eine vorgebbare Anzahl von Perioden des Hf-Signals aus dem Hf-Signal ausgeschnitten wird. Sie betrifft überdies ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED.

Stand der Technik

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere das Betreiben und Dimmen von Lichtquellen, die eine Vielzahl von LEDs umfassen; sie lässt sich jedoch auch zum Betreiben und Dimmen einzelner LEDs verwenden. Bei Lichtquellen, die mehrere LEDs umfassen, kann beim Dimmen die Lichtfarbe und/oder die Helligkeit der einzelnen LEDs, bedingt durch Streuung der einzelnen LED-Parameter (Fertigungsstreuung), insbesondere aufgrund der Streuung der einzelnen nichtlinearen LED-Kennlinien, stark unterschiedlich sein. Bei Strömen, die einen Bruchteil des Nennstroms betragen, ist daher das Verhalten der meisten LEDs nicht genau spezifiziert.

[0003] Die im Allgemeinen zur Ansteuerung von LEDs verwendeten Schaltwandler, wie z. B. in der Schrift US 2006/0033484A1 offenbart, werden daher mit einem hochfrequenten PWM-Signal angesteuert, wobei zum Dimmen das Tastverhältnis dieses Hf-Signals reduziert wird.

[0004] In der Schrift US 2008/0224629A1 wird das hochfrequente PWM-Signal eines Schaltwandlers im Aus-Zustand eines angeschlossenen Phasen-Aboder -Anschnittdimmers in einem Modus betreiben,

der Schwingungen zwischen Schaltwandler und Dimmer dämpft.

[0005] In der Schrift US 2012/0019160A1 wird mit Hilfe eines Längsreglers die Amplitude eines niederfrequenten PWM Stroms abhängig vom Duty-Cycle des entsprechenden niederfrequenten PWM-Signals eingestellt.

[0006] Bei allen oben erwähnten Dimm-Verfahren aus dem Stand der Technik darf der während der On-Zeiten an die LEDs bereitgestellte Strom ein vorgebares Minimum nicht unterschreiten, da sich sonst die oben bereits erwähnten negativen Effekte zeigen würden. Üblicherweise wird dieses Minimum bei ca. 30 des Nennstroms angenommen. Um unter diesem vorgebbaren Dimmschwellwert liegende Dimmwerte zu erreichen, wird im Stand der Technik dem Hf-Signal, das einem Strom durch die LEDs von ca. 30 des Nennstroms entspricht, „gated“, das heißt es wird ein niederfrequentes PWM-Signal überlagert, sodass das Hf-Signal nur während bestimmter Zeiten an den Ausgang der Ansteuervorrichtung weitergegeben wird, den Rest der Zeit nicht (sogenanntes PWM-Dimmen).

[0007] Auch wenn das niederfrequente PWM-Dimmen bereits auf der Basis des Nennstroms vorgenommen werden könnte, wird dies in der Praxis aufgrund der dabei auftretenden Geräusche (Drossel) nicht realisiert.

[0008] Fig. 1 zeigt in diesem Zusammenhang den zeitlichen Verlauf des von der Ansteuervorrichtung an den Wandlerschalter bereitgestellten Ansteuersignals AS für zwei unterschiedliche Dimmwerte. Diesem Hf-Signal, das eine Periode T_1 aufweist sowie eine On-Zeit t_{on1} und eine Off-Zeit t_{off1} , ist ein niederfrequentes PWM-Signal überlagert, mit dem das Hf-Signal quasi „gated“ wird. In der schematischen Darstellung von Fig. 1 weist das PWM-Signal vor dem Dimmschritt die On-Zeit t_{on2} sowie die Off-Zeit t_{off2} auf und eine Periodendauer T_2 . Nach dem Dimmschritt ist die Periodendauer unverändert, das heißt $T_3 = T_2$, allerdings hat sich die On-Zeit t_{on3} gegenüber t_{on2} um eine Periode T_1 des Hf-Signals verringert; t_{off3} hat sich gegenüber t_{off2} entsprechend vergrößert. In Fig. 1 ist weiterhin eingetragen der sich in den beiden Fällen ergebende Ausgangsstrom I_{out3} bzw. I_{out2} des Wandlers.

[0009] Das Hf-Signal beträgt beispielsweise zwischen 60 kHz und 150 kHz, während das PWM-Signal beispielsweise zwischen 100 Hz und 1000 Hz betragen kann. Aufgrund dieses Frequenzverhältnisses ist es offensichtlich, dass nur diskrete Dimmschritte eingestellt werden können, das heißt es kann nur eine ganze Periode T_1 des Hf-Signals von einem Dimmwert zum nächstniedrigeren Dimmwert abgeschnitten werden. Aufgrund von Toleranzen, sei-

en sie bedingt durch Schwankungen der Temperatur oder der Versorgungsspannung, ist es in der Praxis nicht möglich t_{on3} so zu legen, dass es an einer gewünschten Stelle innerhalb t_{on1} zu liegen kommt, um dadurch eine feinere Auflösung beim Dimmen zu erhalten. Durch die dargestellte Vorgehensweise werden beim Verändern der Dimmstellung immer ganze Perioden des Hf-Signals abgeschnitten.

[0010] Solange die Dimmstellung noch nicht sehr niedrige Dimmwerte repräsentiert, wirkt sich dies kaum sichtbar aus. Sind beispielsweise in t_{on2} 500 Perioden T1 enthalten, dann kann durch Wegschneiden einer Periode des Hf-Signals eine recht kleiner Dimmschritt erzielt werden, das heißt t_{on3} weist 499 Perioden des Hf-Signals auf. Bei niedrigen Dimmwerten führt jedoch das Abschneiden einer Periode des Hf-Signals zu prozentual großen Sprüngen in dem von den LEDs abgegebenen Licht. Sind beispielsweise nur noch 10 Hf-Perioden T1 vorhanden und wird eine weggeschnitten, entspricht dies einem Sprung von 10%.

[0011] Diese Sprünge sind im Ausgangsstrom sichtbar und können störend wirken. Eine feinere Auflösung bei niedrigen Dimmwerten ist nicht möglich. Weiterhin kann sich aufgrund von Temperatur- oder Spannungsänderungen im System die Frequenz des Hf-Signals ändern (geregelt System). Das PWM-Signal zum Dimmen passt sich aufgrund einer davon getrennten Erzeugung nicht an. Fällt durch diese Schwankungen eine Periode des Hf-Signals fortlaufend weg und kommt wieder dazu (Grenzschwung), kann sich ein unerwünschtes Flackern ergeben.

Darstellung der Erfindung

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine eingangs genannte Schaltungsanordnung bzw. ein eingangs genanntes Verfahren derart weiterzubilden, dass auch bei niedrigen Dimmstellungen eine Verbesserung des Dimmverhaltens ermöglicht wird.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 9.

[0014] Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass sich die oben genannte Aufgabe optimal dadurch lösen lässt, dass das bekannte PWM-Dimmen geschickt mit einer angepassten Form des Analogdimmens verknüpft wird. Dementsprechend ist die Ansteuervorrichtung ausgelegt, zur Einstellung von Dimmungen, die Dimmwerten entsprechen, die zwischen einem ersten und einem zweiten Dimmwert liegen, die sich durch mindestens eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, das Tastver-

hältnis des Hf-Signals während mindestens einer vorgebbaren Periode des Hf-Signals zu reduzieren.

[0015] Demnach wird bei zunehmender Dimmung nicht schlagartig eine Periode des Hf-Signals weggeschnitten, sondern das Tastverhältnis des Hf-Signals in mindestens einer Periode des Hf-Signals, bevorzugt in einer vorgebbaren Anzahl von Perioden des Hf-Signals „gefaded“. Während dieser mindestens einen Periode des Hf-Signals wird vom Wandler ein geringerer Strom an die mindestens eine LED abgegeben als während der übrigen On-Zeit des PWM-Signals. Damit lässt sich auch bei niedrigen Dimmstellungen eine hohe Auflösung erzielen, bei der Sprünge in dem an die mindestens eine LED bereitgestellten Ausgangsstrom zuverlässig vermieden werden können.

[0016] Dadurch, dass während dem überwiegenden Anteil der On-Zeit des PWM-Signals ein Strom an die LEDs bereitgestellt wird, der sicherstellt, dass es zu keinen Schwankungen in der Lichtfarbe und/oder der Helligkeit der einzelnen LEDs kommt, können die Vorteile des PWM-Dimmens, siehe oben, in das erfindungsgemäße Verfahren bzw. bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung übernommen werden.

[0017] Zusammenfassend kann damit festgestellt werden, dass das Dimmen durch Reduktion des Tastverhältnisses des Hf-Signals während mindestens einer, bevorzugt mehrerer vorgegebbarer Perioden des Hf-Signals nicht zu Helligkeitsschwankungen führt, da die Anzahl dieser vorgebaren Perioden verglichen mit der restlichen On-Zeit des PWM-Signals relativ kurz ist, wohingegen Nachteile wie Flackern durch Schwankungen im System (Temperatur/Spannung, etc.) oder sichtbare Sprünge in dem von der mindestens einen LED abgegebenen Licht bei einer Änderung des Dimmwerts zuverlässig vermieden werden können.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Ansteuervorrichtung ausgelegt, beim Reduzieren des Tastverhältnisses während der mindestens einen vorgebbaren Periode des Hf-Signals die Frequenz des Hf-Signals ebenfalls zu modifizieren, insbesondere zu reduzieren oder zu erhöhen, wobei das Integral der On-Zeiten über die mindestens eine vorgebbare Periode des Hf-Signals kleiner ist als das Integral der On-Zeiten über die mindestens eine vorgebbare Periode des Hf-Signals vor der Modifikation. Durch eine Erhöhung der Frequenz können die Ripple in dem an die mindestens eine LED bereitgestellten Ausgangsstrom reduziert werden. Dadurch lässt sich überdies eine Reduktion der elektromagnetischen Verzerrungen erzielen. Eine Reduktion der Frequenz des Hf-Signals bietet hingegen den Vorteil, dass die Pulsbreiten des Hf-Signals größer sind als bei erhöhter oder unveränderter Frequenz, wodurch

der mindestens eine Wandlerschalter nicht so schnell in den rein linearen Betrieb übergeht.

[0019] Alternativ kann die Ansteuervorrichtung ausgelegt sein, beim Reduzieren des Tastverhältnisses während der mindestens einen Periode während mindestens einer Periode des Hf-Signals die Frequenz des Hf-Signals nicht zu verändern. Auf diese Weise ändert sich der an die mindestens eine LED bereitgestellte Strom proportional zur Impulsbreite und ist damit besonders einfach vorhersagbar.

[0020] Zur Vermeidung von Geräuschen, insbesondere durch eine Drossel des Wandlers, kann die Ansteuervorrichtung ausgelegt sein, zur Einstellung von Dimmungen zwischen einem Dimmwert, der keiner Dimmung entspricht, und dem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Tastverhältnis des Hf-Signals zunehmend zu reduzieren. (Zur Klarstellung: Dies betrifft den Fall bevor eine Reduktion des Tastverhältnisses während ausgewählter Perioden des Hf-Signals zur Realisierung einer besonders feinen Auflösung der Dimmung bei niedrigen Dimmwerten vorgenommen wird.) Wie erwähnt, wird dies bevorzugt maximal bis zu einem Tastverhältnis vorgenommen, bei dem der an die mindestens eine LED bereitgestellte Ausgangsstrom ca. 30% des Nennstroms beträgt. Würde man das Tastverhältnis weiter reduzieren, würden sich Schwankungen der Lichtfarbe und/oder der Helligkeit ergeben.

[0021] Wie bereits erwähnt, wird erfindungsgemäß das Tastverhältnis des Hf-Signals während vorgegebener Perioden des Hf-Signals reduziert, wobei in vorteilhafter Weise die vorgebbaren Perioden des Hf-Signals zwischen 0,2% und 10% bevorzugt 1% einer Periode des PWM-Signals entsprechen. Da demnach die Reduktion des Tastverhältnisses nur während eines kleinen Anteils einer Periode des PWM-Signals vorgenommen wird, können dadurch Schwankungen der Helligkeit und/oder der Farbe in dem von der mindestens einen LED abgegebenen Licht zuverlässig vermieden werden.

[0022] Die mindestens eine vorgebbare Periode des Hf-Signals, während der das Tastverhältnis reduziert wird, liegt vorteilhaft am Ende der On-Zeit des PWM-Signals. Sie kann jedoch prinzipiell an einer beliebigen Stelle bzw. Stellen innerhalb der On-Zeit des PWM-Signals liegen.

[0023] Die Frequenz des Hf-Signals beträgt bevorzugt zwischen 60 und 150 kHz, während die Frequenz des PWM-Signals bevorzugt zwischen 100 Hz und 20 kHz, insbesondere 400 Hz, beträgt.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0025] Die mit Bezug auf die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend, soweit anwendbar, für das erfindungsgemäße Verfahren.

Kurze Beschreibung der Zeichnung(en)

[0026] Im Nachfolgenden wird nunmehr ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 den zeitlichen Verlauf des Ansteuersignals AS für den Wandlerschalter für zwei unterschiedliche Dimmwerte, die sich durch eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, beim so genannten PWM-Dimmen gemäß dem Stand der Technik;

[0028] Fig. 2 in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung; und

[0029] Fig. 3 den zeitlichen Verlauf des an den Wandlerschalter bereitgestellten Ansteuersignals AS zur Einstellung unterschiedlicher Dimmwerte gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0030] Die mit Bezug auf Fig. 1 eingeführten Bezugszeichen werden in den nachfolgenden Ausführungen weiter verwendet, sofern sie gleiche und gleich wirkende Elemente bzw. Signale betreffen.

[0031] Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **10**. Diese umfasst einen Eingang mit einem ersten und einem zweiten Eingangsanschluss E1, E2, zwischen denen eine Versorgungsgleichspannung U_E angelegt werden kann. Diese kann beispielsweise unter Verwendung eines Gleichrichters aus einer Netzwechselspannung gewonnen werden. Der Eingang E1, E2 ist mit dem Eingang eines Wandlers **12** gekoppelt, der mindestens einen schematisch dargestellten Wandlerschalter umfasst.

[0032] Der Ausgang des Wandlers **12** stellt den Ausgang der Schaltungsanordnung **10** dar und umfasst einen ersten und einen zweiten Ausgangsanschluss A1, A2. Zwischen diese Ausgangsanschlüsse A1, A2 ist die Serienschaltung einer Vielzahl von LEDs gekoppelt. Selbstverständlich können auch eine Vielzahl derartiger Serienschaltungen parallel geschaltet sein. Der Wandler **12** umfasst mindestens einen bereits erwähnten Wandlerschalter, dessen Steuerelektrode mit einer Ansteuervorrichtung **14** gekoppelt ist, die an ihrem Ausgang ein Signal AS an

die Steuerelektrode des mindestens einen Wandler-schalters bereitstellt. Die Ansteuervorrichtung **14** ist mit einer Dimmvorrichtung **16** zur Zuführung eines Dimmwerts gekoppelt, wobei der Dimmwert mit der Dimmung korreliert ist. Der Wandler **12** stellt an seinem Ausgang einen HF-Strom I_{out} mit einem vorgebbaren Tastverhältnis bereit. Die Ansteuervorrichtung **14** ist ausgelegt, zumindest bei einem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Hf-Signal durch Überlagerung eines PWM-Signals derart zu modifizieren, dass in Korrelation mit dem zugeführten Dimmwert eine vorgebbare Anzahl von Perioden des Hf-Signals aus dem Hf-Signal ausgeschnitten wird.

[0033] Wie mit Bezug auf **Fig. 3** noch deutlicher dargestellt werden wird, ist die Ansteuervorrichtung **14** zur Einstellung von Dimmungen, die Dimmwerten entsprechen, die zwischen einem ersten und einem zweiten Dimmwert liegen, die sich durch mindestens eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, ausgelegt, das Tastverhältnis des Hf-Signals während mindestens einer Periode des Hf-Signals, bevorzugt während mehrerer vorgegebbarer Perioden des Hf-Signals, zu reduzieren.

[0034] Bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind jeweils drei Perioden des Hf-Signals zu einer so genannten „Zeitscheibe“ zusammengefasst. Wie für den Fachmann offensichtlich, kann eine Zeitscheibe auch nur eine Periode des Hf-Signals oder mehrere Perioden des Hf-Signals umfassen.

[0035] **Fig. 3a)** zeigt den zeitlichen Verlauf des Ansteuersignals AS sowie des Ausgangsstroms I_{out} bei einem Dimmwert von 30%. Die kleinste Zeiteinheit, um die das PWM-Signal verkürzt oder verlängert werden kann, entspricht einer Zeitscheibe. Wie **Fig. 3a)** zu entnehmen ist, beträgt das Tastverhältnis etwa 30% und ist identisch in allen dargestellten Zeitscheiben 1 bis 5 während der On-Zeit des PWM-Signals.

[0036] Würde man nun nach dem Stand der Technik weiter dimmen, so würde man die On-Zeit des PWM-Signals um eine Einheit, das heißt eine Zeitscheibe, verkürzen, wie dies in **Fig. 3f)** dargestellt ist. Dabei würde sich allerdings bereits ein Dimmwert von 25% ergeben. Der Übergang des von der mindestens einen LED abgegebenen Lichts bei Ansteuerung mit einem Strom I_{out} gemäß **Fig. 3a)** zu einer Ansteuerung gemäß **Fig. 3f)** würde von einem Benutzer durch einen deutlichen Sprung in der Helligkeit und/oder der Farbe des von der mindestens einen LED abgegebenen Lichts registriert werden.

[0037] Erfindungsgemäß hingegen, siehe **Fig. 3b)**, wird in einer Zeitscheibe, vorliegend in der Zeitscheibe 5 am Ende der On-Zeit des PWM-Signals, das Tastverhältnis des Hf-Signals reduziert, beispielsweise

um weitere 20%. Das resultierende Tastverhältnis beträgt daher $30\% - 6\% = 24\%$. Die Frequenz des PWM-Signals beträgt bei der Darstellung von **Fig. 3** 400 Hz, während die Frequenz des Hf-Signals beträgt zwischen 60 und 150 kHz. Da das letztgenannte Signal aus einem 48 MHz-Takt erzeugt wird, ist eine wie in **Fig. 3b)** dargestellte Reduktion des Tastverhältnisses des Hf-Signals um 20% völlig problemlos möglich. Wie aus dem Verlauf des Stroms I_{out} zu erkennen ist, sinkt dieser während der Zeitscheibe 5 leicht ab, wodurch die gewünschte Dimmung erzielt wird.

[0038] Die Darstellung von **Fig. 3c)** unterscheidet sich gegenüber der Darstellung von **Fig. 3b)** dadurch, dass in der Zeitscheibe 5 das Tastverhältnis des Hf-Signals um weitere 20% reduziert wurde und nunmehr 18% beträgt. Wie aus dem Verlauf des Stroms I_{out} zu ersehen ist, fällt dieser während der Zeitscheibe 5 weiter ab. Der Dimmwert bei der Darstellung von **Fig. 3c)** beträgt etwa 28%.

[0039] Zur Einstellung eines Dimmwerts von 27% wird gemäß **Fig. 3d)** das Tastverhältnis des Hf-Signals während der Zeitscheibe 5 um weitere 20% reduziert. Der Ausgangsstrom I_{out} fällt weiter ab. Das Tastverhältnis des Hf-Signals während der Zeitscheibe 5 beträgt 12%.

[0040] Schließlich wird zur Einstellung eines Dimmwerts von 26%, siehe **Fig. 3e)**, das Tastverhältnis des Hf-Signals während der Zeitscheibe 5 auf 6% reduziert, wodurch der Ausgangsstrom I_{out} während der Zeitscheibe 5 noch weiter abfällt. Wie bereits erwähnt, wird zur Einstellung eines Dimmwerts von 25% die On-Zeit des PWM-Signals um die Dauer einer Zeitscheibe verkürzt, siehe **Fig. 3f)**.

[0041] Bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel wurde die Frequenz des Hf-Signals in der Zeitscheibe, in der das Tastverhältnis weiter reduziert wurde, vorliegend die Zeitscheibe 5, unverändert beibehalten. Wie weiter unten noch näher erläutert wird, kann diese jedoch beispielsweise im Hinblick auf den verwendeten Wandler, sowohl erniedrigt als auch erhöht werden, solange das Integral der On-Zeiten über die Perioden des Hf-Signals der jeweiligen Zeitscheibe kleiner ist als das Integral der entsprechenden On-Zeiten vor der Modifikation. Auch eine reine Verkürzung der Hf-Einschaltzeit, die normalerweise eine Erhöhung der Hf-Frequenz nach sich zieht, führt zu dem gewünschten Ergebnis.

[0042] Eine Erhöhung der Frequenz des Hf-Signals während der vorgebbaren Perioden kommt beispielsweise in Betracht bei einem Buckwandler im Transition Mode mit aktivem Retrieger.

[0043] Als Wandler kommen in Betracht alle Arten von Treibern, die in der Lage sind PWM-Dimmen durchzuführen. Damit wird in der Analog-Dimming-

Zeitscheibe, bei dem Beispiel von **Fig. 3** ist dies die Zeitscheibe 5, je nach Topologie unterschiedlich verfahren: Bei einer tiefsetzenden Endstufe wird entweder das Tastverhältnis proportional zur gewünschten Dimmstellung (feine Auflösung) bei gleichbleibender Frequenz verringert (wie gezeigt) oder die Einschaltzeit entsprechend verringert und eine Frequenzänderung zugelassen, beispielsweise zur Vermeidung übergroßer Ripple im Ausgangsstrom I_{out} . Wird als Wandler eine Halbbrücke mit einem Transformator verwendet, beispielsweise LLC, wird die Frequenz des Hf-Signals unter Beibehaltung des Duty Cycles geändert oder der Duty Cycle bei gleichbleibender Frequenz geändert. Auch eine gleichzeitige Änderung der Frequenz des Hf-Signals und des Duty Cycles ist unter Einhaltung der oben genannten Randbedingung (Integral) möglich. Entsprechendes gilt für einen so genannten Flyback-Wandler.

[0044] Gedimmt wird erfindungsgemäß also nicht mehr durch einfaches „Gating“, sondern durch „Ausfaden“ des Hf-Signals am Ende des niederfrequenten PWM-Signals. **Fig. 3** zeigt als Beispiel den zeitlichen Verlauf des Ansteuersignals AS, das für einen Tiefsetzsteller als Wandler geeignet wäre.

[0045] Obwohl in **Fig. 3** zur besseren Verdeutlichung eine Verringerung in 20%-Schritten vorgenommen wurde, kommen selbstverständlich unter Berücksichtigung der Auflösung des Hf-Signals auch deutlich kleinere prozentuale Änderungen in Betracht.

[0046] Sind die Zeitscheiben, in denen das Tastverhältnis weiter reduziert wird, klein genug, besteht keine Gefahr, den Wandler zu überlasten. Im Worst Case wäre der Schalttransistor zwar für einige Takte im Linearbetrieb, wobei auch dies verhindert werden kann durch eine Begrenzung der Hf-Einschaltzeit nach unten oder eine Verringerung der Frequenz des Hf-Signals während der Zeitscheibe.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (**10**) zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED umfassend:

- einen Eingang mit einem ersten (E1) und einem zweiten Eingangsanschluss (E2) zum Koppeln mit einer Versorgungsgleichspannung (U_E);
- einen Wandler (**12**) mit mindestens einem Wandlerschalter, wobei der Wandler (**12**) eingangsseitig mit dem Eingang gekoppelt ist;
- eine Ansteuervorrichtung (**14**) für den mindestens einen Wandlerschalter, wobei die Ansteuervorrichtung (**14**) eine Schnittstelle zum Koppeln mit einer Dimmvorrichtung (**16**) zur Zuführung eines Dimmwerts umfasst, wobei der Dimmwert mit einer Dimmung korreliert ist, wobei die Ansteuervorrichtung weiterhin ausgelegt ist, an ihrem Ausgang ein Hf-Signal mit einem vorgebbaren Tastverhältnis bereitzustellen; sowie

– einen Ausgang mit einem ersten (A1) und einem zweiten Ausgangsanschluss (A2) zum Koppeln mit der mindestens einen LED, wobei der Ausgang mit dem Ausgang des Wandlers (**12**) gekoppelt ist;

– wobei die Ansteuervorrichtung (**14**) ausgelegt ist, zumindest ab einem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Hf-Signal durch Überlagerung eines PWM-Signals derart zu modifizieren, dass in Korrelation mit dem zugeführten Dimmwert eine vorgebbare Anzahl von Perioden des Hf-Signals aus dem Hf-Signal ausgeschnitten wird;

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ansteuervorrichtung (**14**) zur Einstellung von Dimmungen, die Dimmwerten entsprechen, die zwischen einem ersten und einem zweiten Dimmwert liegen, die sich durch mindestens eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, ausgelegt ist, das Tastverhältnis des Hf-Signals während mindestens einer vorgebbaren Periode des Hf-Signals zu reduzieren.

2. Schaltungsanordnung (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ansteuervorrichtung (**14**) ausgelegt ist, beim Reduzieren des Tastverhältnisses die Frequenz des Hf-Signals ebenfalls zu modifizieren, insbesondere zu reduzieren oder zu erhöhen, wobei das Integral der On-Zeiten über die mindestens eine vorgebbare Periode des Hf-Signals kleiner ist als das Integral der On-Zeiten über die mindestens eine vorgebbare Periode des Hf-Signals vor der Modifikation.

3. Schaltungsanordnung (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ansteuervorrichtung (**14**) ausgelegt ist, beim Reduzieren des Tastverhältnisses die Frequenz des Hf-Signals nicht zu verändern.

4. Schaltungsanordnung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ansteuervorrichtung (**14**) ausgelegt ist, zur Einstellung von Dimmungen zwischen einem Dimmwert, der keiner Dimmung entspricht, und dem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Tastverhältnis des Hf-Signals zunehmend zu reduzieren.

5. Schaltungsanordnung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ansteuervorrichtung (**14**) ausgelegt ist, das Tastverhältnis des Hf-Signals während vorgebbarer Perioden des Hf-Signals zu reduzieren, wobei die vorgebbaren Perioden des Hf-Signals zwischen 0,2% und 10%, bevorzugt 1%, einer Periode des PWM-Signals entsprechen.

6. Schaltungsanordnung (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die mindestens eine vorgebbare Periode

des Hf-Signals am Ende der On-Zeit des PWM-Signals angeordnet sind.

7. Schaltungsanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz des Hf-Signals zwischen 60 und 150 kHz beträgt.

8. Schaltungsanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz des PWM-Signals zwischen 100 Hz und 20 kHz, bevorzugt 400 Hz, beträgt.

9. Verfahren zum Betreiben und Dimmen mindestens einer LED an einer Schaltungsanordnung (10) umfassend einen Eingang mit einem ersten (E1) und einem zweiten Eingangsanschluss (E2) zum Koppeln mit einer Versorgungsgleichspannung (U_E); einen Wandler (12) mit mindestens einem Wandler-schalter, wobei der Wandler (12) eingangsseitig mit dem Eingang gekoppelt ist; eine Ansteuervorrichtung (14) für den mindestens einen Wandlerschalter, wobei die Ansteuervorrichtung (14) eine Schnittstelle zum Koppeln mit einer Dimmvorrichtung (16) zur Zuführung eines Dimmwerts umfasst, wobei der Dimmwert mit einer Dimmung korreliert ist, wobei die Ansteuervorrichtung ausgelegt ist, an ihrem Ausgang ein Hf-Signal mit einem vorgebbaren Tastverhältnis bereitzustellen; sowie einen Ausgang mit einem ersten (A1) und einem zweiten Ausgangsanschluss (A2) zum Koppeln mit der mindestens einen LED, wobei der Ausgang mit dem Ausgang des Wandlers (12) gekoppelt ist; wobei zumindest ab einem ersten vorgebbaren Dimmschwellwert bei zunehmender Dimmung das Hf-Signal durch Überlagerung eines PWM-Signals derart modifiziert wird, dass in Korrelation mit dem zugeführten Dimmwert eine vorgebbare Anzahl von Perioden des Hf-Signals aus dem Hf-Signal ausgeschnitten wird;
gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:
zur Einstellung von Dimmungen, die Dimmwerten entsprechen, die zwischen einem ersten und einem zweiten Dimmwert liegen, die sich durch mindestens eine Periode des Hf-Signals voneinander unterscheiden, wird das Tastverhältnis des Hf-Signals während mindestens einer vorgebbaren Periode des Hf-Signals reduziert.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

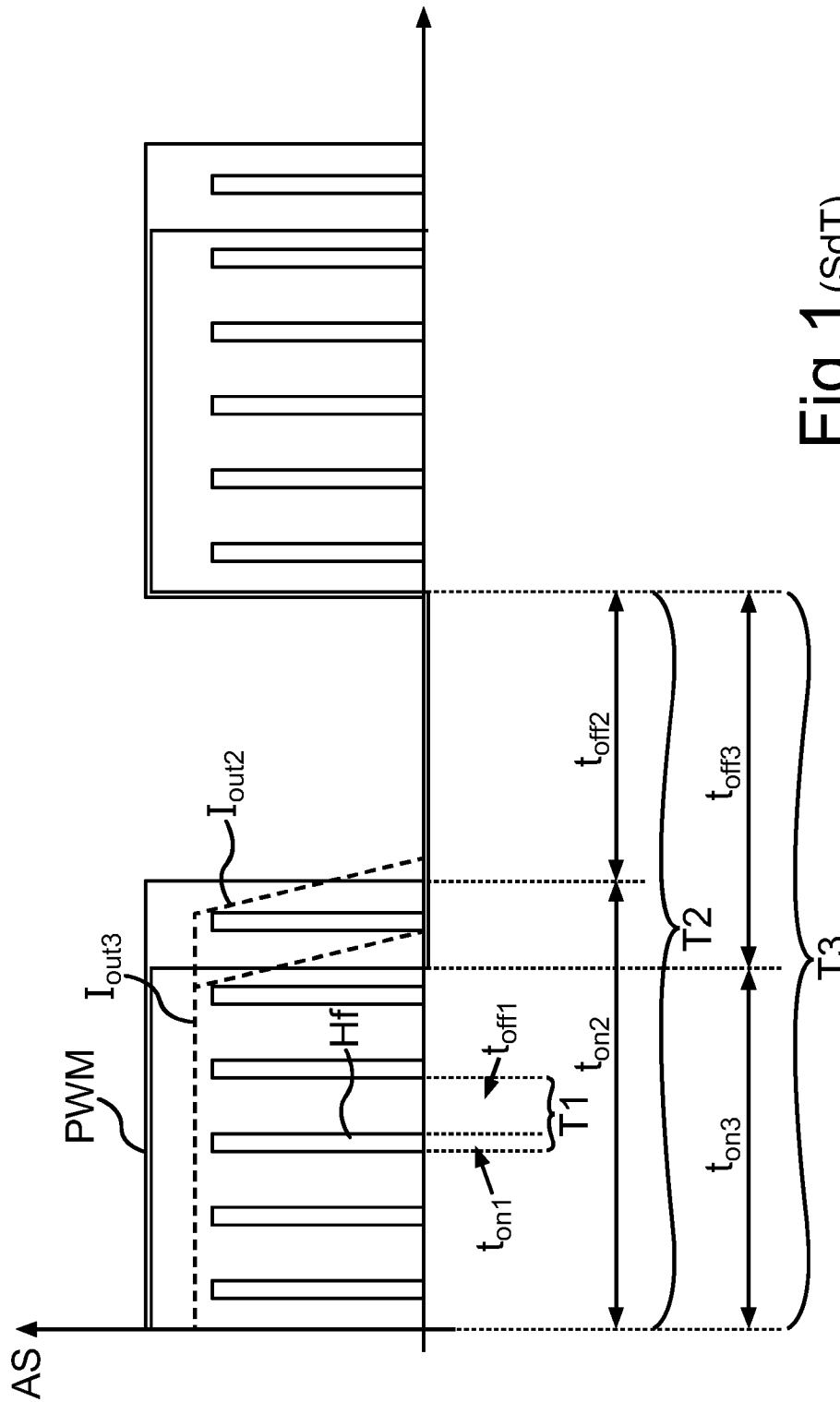


Fig.1 (sdT)

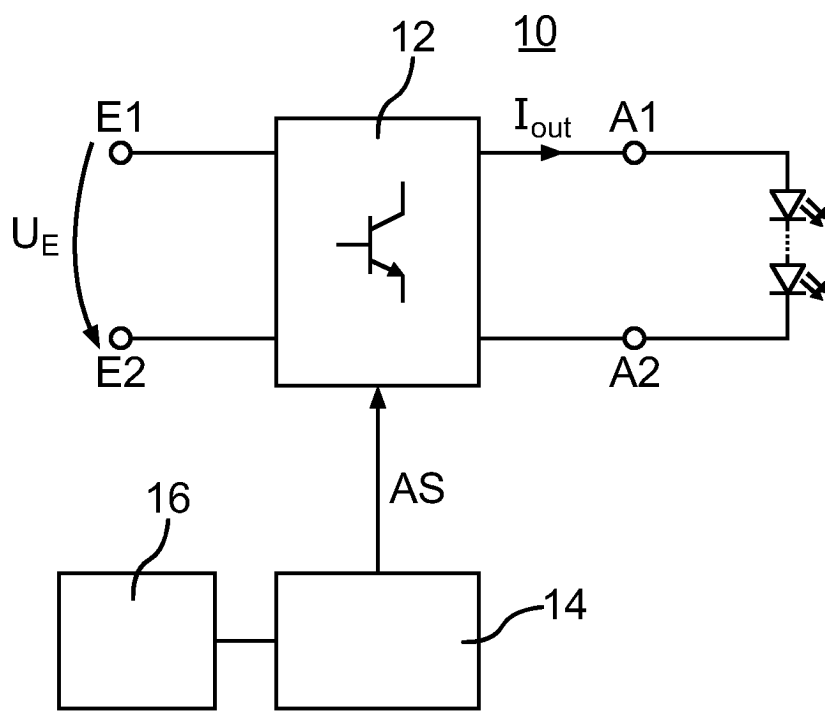


Fig.2

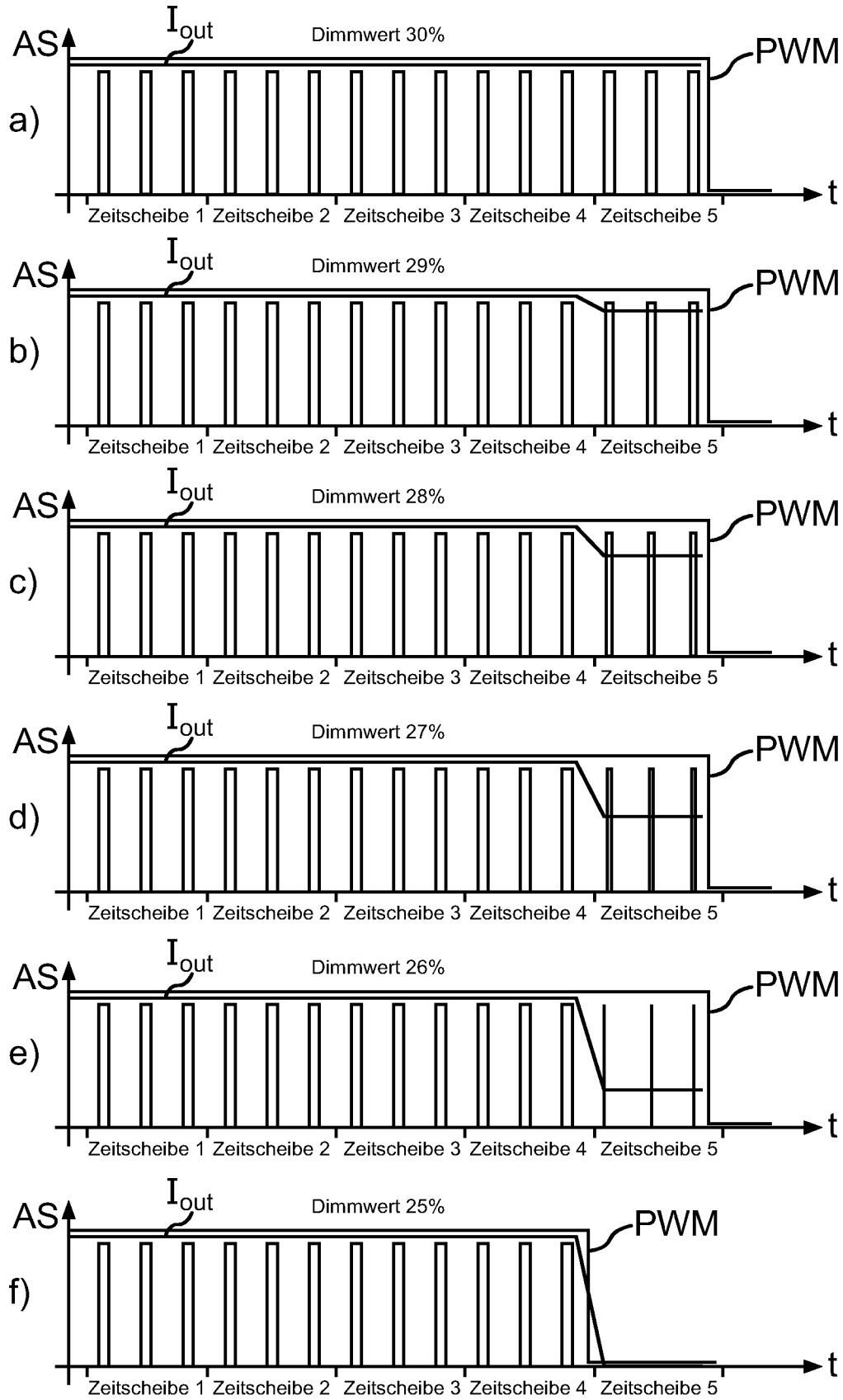


Fig.3