



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.10.2006 Patentblatt 2006/40

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

(21) Anmeldenummer: **06004877.4**

(22) Anmeldetag: **09.03.2006**

(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 NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Fischer, Klaus**
86316 Friedberg (DE)
• **Kreittmayr, Josef**
86399 Bobingen (DE)

(30) Priorität: **22.03.2005 DE 102005013308**

(74) Vertreter: **Raiser, Franz**
Osram GmbH
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für
elektrische
Glühlampen mbH**
81543 München (DE)

(54) **Vorschaltgerät mit einer Dimmvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Vorschaltgerät mit Dimmvorrichtung für eine Niederdruckentladungslampe. Sie weist zwei technisch unterschiedliche Möglichkeiten zur Steuerung der Lampenhelligkeit auf. Die erste Möglichkeit zur Helligkeitssteuerung, die jede Ausführungsform der Erfindung aufweist, ist die Steuerung der Lam-

penhelligkeit mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes. Die zweite Möglichkeit der Helligkeitssteuerung basiert erfindungsgemäß darauf, dass jede Ausführungsform der Erfindung die Niederdruckentladungslampe mit gepulstem Lampenstrom betreiben kann. Insbesondere werden beide Betriebsmodi in bestimmten Helligkeitsbereichen kombiniert eingesetzt.

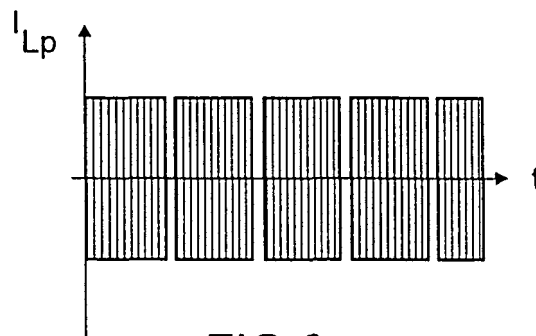


FIG 3a

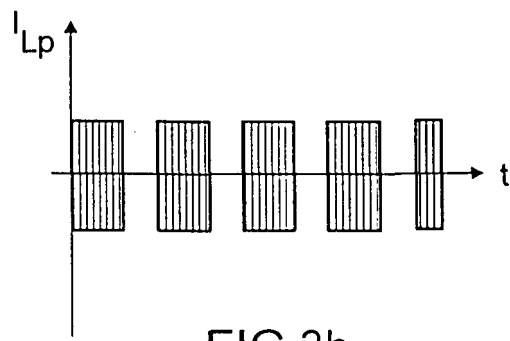


FIG 3b

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Vorschaltgerät mit einer Dimmvorrichtung zur Steuerung der Lampenhelligkeit einer Niederdruckentladungslampe, sowie auf ein Verfahren zur Steuerung der Lampenhelligkeit einer Niederdruckentladungslampe.

Stand der Technik

[0002] Elektronische Vorschaltgeräte zum Betrieb von Niederdruckentladungslampen sind in vielfältigen Ausführungen bekannt. I.d.R. enthalten sie eine Gleichrichterschaltung zur Gleichrichtung einer Wechselspannungsversorgung und Aufladen eines häufig als Glättungskondensator bezeichneten Kondensators. Die an diesem Kondensator anliegende Gleichspannung dient zur Versorgung eines Wechselrichters bzw. Inverters (im Folgenden Inverter), der die Niederdruckentladungslampe betreibt. Grundsätzlich erzeugt ein Inverter aus einer gleichgerichteten Wechselspannungsversorgung oder einer Gleichspannungsversorgung eine Versorgungsleistung für die Lampe, die eine viel höhere Frequenz als die Netzfrequenz aufweist. Ähnliche Vorrichtungen sind auch für andere Lampentypen bekannt, beispielsweise in Form von elektronischen Transformatoren für Halogenlampen.

[0003] Dimmvorrichtungen zum Betrieb von elektronischen Vorschaltgeräten zur Helligkeitssteuerung von Niederdruckentladungslampen sind an sich bekannt.

[0004] Eine bekannte Möglichkeit der Helligkeitssteuerung besteht dabei darin, über Regelung der Amplitude des Lampenstromes die Lampenleistung und damit die Lampenhelligkeit einzustellen. Dies kann über eine Annäherung oder Entfernung der Betriebsfrequenz des Inverters von Resonanzfrequenzen des Lampe-Inverter-Systems erfolgen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein im Hinblick auf die Lampenhelligkeitssteuerung verbessertes elektronisches Vorschaltgerät anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein elektronisches Vorschaltgerät mit einer Dimmvorrichtung zur Steuerung der Helligkeit einer Niederdruckentladungslampe mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes, dadurch gekennzeichnet, dass die Dimmvorrichtung zusätzlich dazu ausgelegt ist,

- die Niederdruckentladungslampe durch zeitlich beabstandete Lampenstrompulse zu betreiben und die Helligkeitssteuerung durch Einstellung des Tastver-

hältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen,

- die Helligkeitssteuerung in einem ersten Helligkeitsbereich einerseits und einem weiteren Helligkeitsbereich niedrigerer Helligkeit als in dem ersten Helligkeitsbereich andererseits unterschiedlich zu verwirklichen,

- und die Helligkeitssteuerung in dem ersten Helligkeitsbereich zumindest auch mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes und in dem weiteren Helligkeitsbereich zumindest auch durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Puls und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen,

sowie durch ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines elektronischen Vorschaltgerätes.

[0007] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden im Folgenden näher erläutert. Die Offenbarung bezieht sich dabei stets sowohl auf die Verfahrenskategorie als auch auf die Vorrichtungskategorie der Erfindung.

[0008] Der markante Unterschied zum Stand der Technik ist, dass die Erfindung ein elektronisches Vorschaltgerät vorsieht, welches zwei technisch unterschiedliche Möglichkeiten zur Steuerung der Lampenhelligkeit aufweist. Je nach Ausführung der Erfindung können sich diese beiden Möglichkeiten in verschiedenen Helligkeitsbereichen unterschiedlich ergänzen. Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung können in verschiedenen Helligkeitsbereichen entweder mit einer der beiden Möglichkeiten die Helligkeit steuern, oder aber auch mit beiden gemeinsam. Wie sich im Weiteren ergibt, hat die Steuerung der Helligkeit über die Amplitudeneinstellung insbesondere auch bei höheren Helligkeitswerten spezifische Vorteile, wohingegen die Einstellung des Tastverhältnisses insbesondere auch bei niedrigeren Helligkeitswerten ihre besonderen Vorteile zeigt. Die Erfindung sieht daher zumindest zwei hinsichtlich der Helligkeitssteuerung oder des "Dimmverfahrens" verschiedene Helligkeitsbereiche vor, wobei in einem sog. ersten Helligkeitsbereich mit höheren Helligkeitswerten zumindest die Amplitudeneinstellung und in einem weiteren Helligkeitsbereich zumindest die Tastverhältniseinstellung Verwendung finden soll. Die Anzahl der unterschiedenen Helligkeitsbereiche, deren Ausdehnung und die Wahl der Methode(n) der Helligkeitssteuerung in diesen Bereichen, hängen im Übrigen von der konkreten Erfindungsausführung und den konkret im Vordergrund stehenden Vorteilen ab.

[0009] Die erste der beiden Möglichkeiten zur Helligkeitssteuerung, die jede Ausführungsform der Erfindung aufweist, ist die Steuerung der Lampenhelligkeit mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes. Für übliche Niederdruckentladungslampen erlaubt diese eine flackerfreie Helligkeitssteuerung für große und mittlere Lampenströme. Bei kleinen Lampenströmen jedoch ver-

sagt diese Möglichkeit in vielen Fällen, weil mit kleiner werdendem Lampenstrom die Lampenspannung soweit ansteigt, bis das elektronische Vorschaltgerät die Lampenspannung nicht mehr zur Verfügung stellen kann. Der Lampenstrom und damit die Gasentladung erlischt.

[0010] Die zweite der beiden Möglichkeiten der Helligkeitssteuerung basiert erfindungsgemäß darauf, dass jede Ausführungsform der Erfindung die Niederdruckentladungslampe auch mit gepulstem Lampenstrom betreiben kann. Im Folgenden wird der Einfachheit halber gesprochen von Strompulsen und Pausen zwischen diesen Pulsen, den Zwischenpulsintervallen. Während eines Strompulses fließt ein hochfrequenter annähernd sinusförmiger Lampenstrom; ein Strompuls kann durch seine Dauer und die Amplitude der Lampenstromschwingungen während des Pulses charakterisiert werden. Je länger ein Strompuls, umso mehr hochfrequente Stromschwingungen enthält er.

[0011] Während der Zwischenpulsintervalle fließt kein Lampenstrom, oder zumindest nur wenig im Vergleich zum Stromfluss während der Strompulse. Die Lampenhelligkeit kann über die Dauer der Strompulse und/oder über die Dauer der Zwischenpulsintervalle eingestellt werden. Insgesamt wird so über das Tastverhältnis von Strompulsen und Zwischenpulsintervallen die Lampenhelligkeit verändert.

[0012] Mit einer solchen Helligkeitssteuerung kann mit kleinen, mittleren und großen Lampenströmen so gearbeitet werden, dass die Lampenhelligkeit flackerfrei erscheint. Insbesondere kann die Lampenhelligkeit weiter reduziert werden als bei der Verwendung der ersten Möglichkeit der Helligkeitssteuerung mit einem ungepulsten Lampenstrom. Der Grund dafür ist, dass innerhalb eines Pulses der Lampenstrom so groß bleiben kann, dass die Lampenspannung für das Vorschaltgerät keine kritisch großen Werte annimmt und das Pulsverfahren dennoch eine Absenkung der mittleren eingekoppelten Leistung erlaubt. Zum einen wird dadurch verhindert, dass der Inverter die Lampenspannung nicht mehr kontinuierlich zur Verfügung stellen kann und die Gasentladung erlischt, zum anderen ist die Abhängigkeit des Lampenstromes von der Lampenspannung bei größeren Lampenströmen nicht mehr so stark. Die Lampenhelligkeit reagiert damit nicht mehr so stark auf kleine Stromschwankungen. Damit ist es zudem möglich, die Niederdruckentladungslampe in einem großen Umgebungstemperaturbereich auch bei kleinen Helligkeiten flackerfrei zu betreiben, denn bei geringen Temperaturen ist die Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom bei geringen Lampenströmen besonders ausgeprägt.

[0013] Es kann jedoch sein, dass eine Steuerung der Lampenhelligkeit ausschließlich über das Tastverhältnis der Strompulse und der Zwischenpulsintervalle bei bestimmten Vorschaltgeräten bei sehr hohen Helligkeitswerten nicht vorteilhaft ist. Bei Verwendung einer resonanten Halbbrückenanordnung als Inverter kann eventuell nicht beliebig schnell zwischen Zwischenpulsintervall und Strompuls umgeschaltet werden, da das System

aus Inverter und Niederdruckentladungslampe nicht immer schnell genug von einem Zustand in den anderen Zustand gebracht kann. Insbesondere kann der Lampenstrom bei Verwendung eines resonant arbeitenden Inverters nicht schlagartig auf Null reduziert werden. Daher kann es ein technisch bedingtes minimales Zwischenpulsintervall geben. Die zeitliche Ausdehnung dieses minimalen Zwischenpulsintervalls hängt unter anderem von der Amplitude des Lampenstromes zum Ende eines Strompulses ab. Je größer die Amplitude des Lampenstromes desto länger ist das minimale Zwischenpulsintervall. Bei geringeren Lampenströmen ist das minimale Zwischenpulsintervall kürzer. Mit einer reinen Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes kann also eventuell nicht stufenlos die maximale Helligkeit der Lampe erreicht werden. Dieser Helligkeitsbereich wird dann erst mit einem ungepulst fließenden Strom und über Amplitudeneinstellung erschlossen.

[0014] Die Erfindung erlaubt die Steuerung der Lampenhelligkeit mittels einer Kombination aus Einstellung der Amplitude des Lampenstromes und einer Einstellung des Tastverhältnisses von Strompulsen. So können die jeweiligen Stärken der beiden Methoden in verschiedenen Helligkeitsbereichen der Lampe genutzt werden. In vorzugsweise zwei oder drei Helligkeitsbereichen können jeweils eine der oben beschriebenen Methoden oder beide in Kombination zum Einsatz kommen. Die Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Breite der Helligkeitsbereiche beschränkt. Die Erfindung kann beispielsweise so ausgeführt werden, dass bei kleineren und mittleren Lampenströmen mittels Modulation des Tastverhältnisses der Strompulse gearbeitet wird. Bei größeren Lampenströmen kann die Helligkeitssteuerung dann über die Einstellung der Lampenstromamplitude verwirklicht werden. So kann dann bei größeren Lampenströmen die maximale Helligkeit der Lampe erreicht werden. Bei kleineren Lampenströmen können geringere Helligkeiten als mit der ungepulsten Betriebsweise erreicht werden. Die freie Wahl der Grenzen der Helligkeitsbereiche der Lampe, in denen auf unterschiedliche Weise die Helligkeit gesteuert werden kann, ermöglicht es diese so zu legen, dass ein eventueller Sprung in der Helligkeit, etwa beim Übergang vom kontinuierlichen Lampenstrom zum gepulsten Lampenstrom, verursacht durch das minimal mögliche Zwischenpulsintervall, nicht wahrgenommen werden kann. Dies ist möglich, weil das minimale Zwischenpulsintervall mit abnehmendem Lampenstrom kleiner wird.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann man in einem ersten Helligkeitsbereich, bei großen Lampenströmen, mit kontinuierlichem Strom beginnen und dann, um die Helligkeit zu reduzieren, die Amplitude verkleinern. Ab einer mittleren Helligkeit kann nun in einem zweiten Helligkeitsbereich der Strom zusätzlich gepulst werden; eine weitere Reduzierung kann durch eine kombinierte Reduktion der Amplitude und Veränderung des Tastverhältnisses erfolgen. Der Sprung in der Lampen-

helligkeit, verursacht durch das minimale Zwischenpulsintervall, ist, wie gesagt, bei einer mittleren Helligkeit nicht so ausgeprägt wie ein entsprechender Sprung durch den Übergang zu gepulsten Lampenströmen bei maximaler Amplitude.

[0016] Die Reduzierung der Helligkeit in diesem zweiten Helligkeitsbereich durch eine kombinierte Reduktion der Stromamplitude und eine Vergrößerung der Zwischenpulsintervalle kann auch bis zum drohenden Abreißen der Gasentladung weitergeführt werden.

[0017] Es ist aber beispielsweise auch möglich, unterhalb einer bestimmten Lampenhelligkeit, die Amplitude in einem dritten Helligkeitsbereich nicht mehr zu reduzieren und die Lampenhelligkeit nur noch durch eine Veränderung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall zu reduzieren. Bei Bedarf kann so erreicht werden, dass die innerhalb eines Pulses entstehende Ladungsträgerdichte hoch genug ist, um während längerer Zwischenpulsintervalle eine vollständige Rekombination der Ladungsträger zu vermeiden.

[0018] Schließlich kann der zweite Helligkeitsbereich mit einer kombinierten Verwendung beider Möglichkeiten zur Helligkeitseinstellung auch entfallen; ein Helligkeitsbereich mit ausschließlicher Tastverhältniseinstellung sich also an einen mit ausschließlicher Amplitudeneinstellung anschließen.

[0019] Durch die vielen Möglichkeiten der Ausgestaltung der Erfindung können die Wahl der Unterteilung der Helligkeitsbereiche und die Kombination der Möglichkeiten zum Steuern des Lampenstromes an die technischen und physikalischen Eigenschaften der individuellen Niederdruckentladungslampe angepasst werden. Diese können sich je nach deren Bauweise stark in ihren Eigenschaften unterscheiden.

[0020] Kurze Niederdruckentladungslampen mit großem Entladungsgefäßdurchmesser haben eine eher geringe Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom, auch bei kleinen Lampenströmen. Daher kann bei diesen Lampen eine zufrieden stellende Dimmung mit einem Betrieb entsprechend dem ersten und zweiten Helligkeitsbereich erreicht werden.

[0021] Ausgesprochen dünne und lange Niederdruckentladungslampen haben eine ausgeprägte Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom. Hier kann es sinnvoll sein, lediglich mit dem ersten und dritten Helligkeitsbereich zu arbeiten.

[0022] Zusätzlich gilt für alle Formen von Entladungsgefäßen, dass die Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom vor allem bei kleinen Lampenströmen mit abnehmender Temperatur stärker wird.

[0023] Bei einer Ausführungsform der Erfindung mit diskreten Helligkeitsstufen oder falls es nicht gewünscht ist, dass eine erfindungsgemäße Niederdruckentladungslampe die technisch maximal mögliche Helligkeit erreicht, kann diese auch mit dem zweiten und dritten Helligkeitsbereich auskommen.

[0024] Aus den oben stehenden Erläuterungen ergibt sich, dass der "weitere" Helligkeitsbereich im Sinne der

unabhängigen Ansprüche durch den zweiten oder durch den dritten Helligkeitsbereich realisiert sein kann. Aus dem vorstehenden Absatz wurde deutlich, dass der "erste" Helligkeitsbereich im Sinne der unabhängigen Ansprüche bei bestimmten Ausführungsformen auch durch einen hier als zweiten Helligkeitsbereich bezeichneten Betrieb implementiert sein kann, in dem sowohl die Lampenstromamplitude als auch das Tastverhältnis verändert werden.

[0025] Vorzugsweise wird zur Erzeugung des gepulsten Lampenstromes ein Inverter mit einem gepulsten Signal angesteuert, beispielsweise einem Spannungssignal. Für jede gewünschte Lampenhelligkeit liegt jeweils ein zeitkontinuierliches Signal vor, dessen Signalgröße von der gewünschten Lampenhelligkeit abhängt. Die Erfindung weist einen Signalgenerator zur Erzeugung periodischer Signale auf. Diese Signale können beispielsweise Dreiecks- oder Sägezahnspannungen sein. Eine Vergleichsvorrichtung vergleicht das periodische Signal mit dem der gewünschten Helligkeit entsprechenden kontinuierlichen Signal. Ist für eine bestimmte Helligkeit das kontinuierliche Signal immer größer (oder kleiner) als das periodische, so wird auch ein kontinuierliches Signal an den Inverter weitergereicht. Gibt es eine kleine "Überlappung" - das periodische Signal ist jeweils in der Nähe seiner Maxima (wahlweise auch Minima) größer (oder kleiner) als das einer bestimmten Helligkeit entsprechende kontinuierliche Signal - so definiert diese Überlappung kleine Zwischenpulsintervalle. Daraufhin wird ein gepulstes Signal mit kurzen Zwischenpulsintervallen an den Inverter weitergereicht. Wird die Überlappung etwas größer, so werden die Zwischenpulsintervalle länger. Liegt dann fast das gesamte periodische Signal über (oder unter) dem einer bestimmten Helligkeit entsprechenden kontinuierlichen Signal, so definiert die Überlappung der Minima (respektive Maxima) des periodischen Signals mit dem konstanten Signal die verbleibenden Zeiten in denen ein nennenswerter Lampenstrom fließt. Die Pulse sind jetzt kurz und die Zwischenpulsintervalle lang. Liegt das periodische Signal komplett über (oder unter) dem kontinuierlichen Signal, so bestimmt die Vergleichsvorrichtung die Signaleingabe an den Inverter, es fließt ein konstanter kleiner oder verschwindender Lampenstrom.

[0026] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Ausgangssignal des Signalgenerators mit der Phasenlage der beispielsweise in einer Folge einer Gleichrichtung einer Netzspannung niederfrequent schwankenden Versorgungsspannung des Inverters synchronisiert. Auf diese Weise können eventuell als Flackern der Lampenhelligkeit wahrnehmbare Schwereungen vermieden werden.

[0027] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den Inverter über einen Regelkreis zu steuern. Dazu weist die Erfindung eine Messvorrichtung auf, welche den Lampenstrom misst und in eine Regelgröße umwandelt. Alternativ kann diese Messvorrichtung auch die Betriebsfrequenz des Inverters messen, oder eine ande-

re mit dem Lampenstrom zusammenhängende Größe, um diese in eine Regelgröße umzuwandeln.

[0028] Weiter ist dann ein Regler vorgesehen. Der den Inverter ansteuernde Regler erhält drei Eingangssignale. Das erste, einer Regelgröße entsprechende Eingangssignal erhält er von der Messvorrichtung zur Messung des Lampenstromes. Das zweite Eingangssignal kodiert die gewünschte Lampenhelligkeit in Form eines zeitlich kontinuierlichen Signals, dessen Größe für jede gewünschte Helligkeit unterschiedlich ist; es entspricht der Führungsgröße. Das dritte Eingangssignal bestimmt die zeitliche Struktur der Stellgröße des Reglers. Während der Zwischenpulsintervalle setzt es die Stellgröße des Reglers auf einen Wert, der in der Niederdruckentladungslampe den für Zwischenpulsintervalle typischen geringen Strom fließen lässt oder den Stromfluss gänzlich unterbindet. Außerhalb der Zwischenpulsintervalle hat es keinen Einfluss auf die Stellgröße. Das dritte Eingangssignal kodiert somit auch die gewünschte Helligkeit.

[0029] Die Information über die gewünschte Helligkeit erreicht also über zwei verschiedene Pfade den Regler. Über den ersten der beiden Pfade wird ein für jede gewünschte Helligkeit unterschiedliches kontinuierliches Signal übertragen. Im Fall einer reinen Amplitudeneinstellung der Lampenhelligkeit entspricht dieses Signal der gewünschten Helligkeit. Dieses Signal ist nach unten geklemmt. Das hat den Sinn, dass der Regler die Amplitude des Lampenstromes niemals unter ein einstellbares Minimum an der Grenze zwischen dem zweiten und dem dritten Helligkeitsbereich fallen lässt. Das kann bei kleinen Lampenströmen gewollt sein, wobei dann die Steuerung der Helligkeit nur noch über das Tastverhältnis von Pulsdauer und Zwischenpulsintervall geschieht. Über den zweiten Pfad wird die zeitliche Struktur der Stellgröße bestimmt.

[0030] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht eine Schaltungsanordnung zur Messung des Lampenwiderstandes vor, zum Beispiel in EP 0 422 255 B1 1991-04-12 Zip-Pos beschrieben. Die Messgröße wird in eine Regelgröße, beispielsweise ein Spannungssignal, umgewandelt und dient als zusätzliche Eingabe zum Regler. Bei einem sich erhöhenden Widerstand der Entladungslampe kann der Regler den Inverter so ansteuern, dass ein Abreißen der Gasentladung durch Erhöhen des Lampenstromes verhindert wird.

[0031] Da die Erfindung ohne zusätzliche Leistungsbaulemente im Lastkreis auskommen kann, kann bei Bedarf kompakt gebaut werden. Daher eignet sich die Erfindung vorzugsweise zur Integration des elektronischen Vorschaltgerätes in Niederdruckentladungslampen, insbesondere Kompaktleuchtstofflampen (CFL).

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die da-

bei offenbarten Einzelmerkmale können auch in anderen Kombinationen erfindungswesentlich sein. Die vorstehende und die folgende Beschreibung beziehen sich auf die Vorrichtungskategorie und die Verfahrenskategorie der Erfindung, ohne dass dies im Einzelnen noch explizit erwähnt wird.

Figur 1 zeigt die Abhängigkeit der Lampenspannung einer erfindungsgemäßen Kompaktleuchtstofflampe vom Lampenstrom; es sind drei interessante Helligkeitsbereiche eingezeichnet.

Figuren 2 a, b zeigen den ungepulsten Lampenstrom als Funktion der Zeit mit zwei verschiedenen Amplituden.

Figuren 3 a, b zeigen zwei Beispiele des gepulsten Lampenstromes mit unterschiedlichem Tastverhältnis zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall und jeweils unterschiedlicher Amplitude.

Figuren 4 a, b zeigen zwei Beispiele des gepulsten Lampenstromes mit unterschiedlichem Tastverhältnis zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall und jeweils identischer Amplitude.

Figur 5 zeigt schematisch die Amplitude des Lampenstromes und das Tastverhältnis zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall als Funktion der Lampenhelligkeit. Es sind drei interessante Helligkeitsbereiche eingezeichnet.

Figur 6 zeigt eine Anordnung zur Steuerung der Helligkeit der Niederdruckentladungslampe.

Figuren 7 a-f zeigen (in 6 Unterfiguren) wie mittels Vergleich ein Ansteuersignal für den Betrieb der Niederdruckentladungslampe generiert wird.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0033] In Figur 1 ist die Lampenspannung einer erfindungsgemäßen Niederdruckentladungslampe als Funktion des Lampenstromes dargestellt, die Lampenkennlinie. Die Lampenspannung nimmt ausgehend von einem Minimum bei maximalem Lampenstrom bei einer Reduzierung des Lampenstromes zunächst nur mäßig zu, die Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom ist gering, Helligkeitsbereich 1 in Figur 1. Bei einer weiteren Reduzierung des Lampenstromes nimmt die Lampenspannung immer stärker zu, die Abhängigkeit der Lampenspannung vom Lampenstrom wird zunehmend

ausgeprägter, Helligkeitsbereiche 2 und 3 in Figur 1. Bei Unterschreitung eines minimalen Lampenstromes reißt die Gasentladung ab, wenn die erforderliche Spannung durch den Inverter nicht bereitgestellt werden kann. Die begrenzte Ausgangsspannung des Inverters definiert also den minimalen Lampenstrom, mit dem die Lampe noch kontinuierlich betrieben werden kann, und damit die minimale Helligkeit der Lampe bei ungepulstem Lampenstrom.

[0034] Mit einem gepulsten Lampenstrom lassen sich jedoch niedrigere mittlere Lampenhelligkeiten erreichen. Dabei wird die Niederdruckentladungslampe im schnellen Wechsel auf zwei Punkten der Lampenkennlinie alternierend betrieben. In den Zwischenpulsintervallen, bei geringen oder verschwindenden Lampenströmen, liegt der entsprechende Lampenstrom weit links auf der Lampenspannungs-/Lampenstromkennlinie. Während der Pulse liegt der Arbeitsbereich bei größeren Lampenströmen weiter rechts auf der Lampenspannungs-/Lampenstromkennlinie. Bei größeren Strömen ist die Spannung der Niederdruckentladungslampe kleiner und der Betrieb der Niederdruckentladungslampe sehr robust, beispielsweise bzgl. der Temperaturabhängigkeit, die bei größeren Lampenströmen nicht so stark ausgeprägt ist.

[0035] In Anlehnung an Figur 1 wird der gesamte Helligkeitsbereich erfindungsgemäß in drei Helligkeitsbereiche unterteilt. In einem ersten Helligkeitsbereich zwischen maximal möglicher Helligkeit und einem mittleren Helligkeitswert wird die Amplitude des Lampenstromes von einem maximalen zu einem mittleren Wert reduziert. In diesem ersten Helligkeitsbereich ist der Lampenstrom nicht gepulst, seine Amplitude bestimmt die Helligkeit der Lampe.

[0036] Figur 2a zeigt den Lampenstrom bei maximaler Helligkeit der Lampe, Figur 2b den Lampenstrom bei einer Helligkeit nahe der unteren Grenze des ersten Helligkeitsbereichs. Man sieht, dass sich nur die Amplitude ändert.

[0037] Anschließend an das Ende des ersten Helligkeitsbereiches und bis zu einer geringeren Lampenhelligkeit wird die Amplitude des Lampenstromes in einem zweiten Bereich weiter reduziert. Zusätzlich wird der Lampenstrom in Pulse und Zwischenpulsintervalle aufgeteilt. Es gibt damit Zeiten, in denen Lampenstrom fließt, und Zeiten, in denen kein Lampenstrom fließt.

[0038] Bei Helligkeiten knapp an der Grenze zum ersten Helligkeitsbereich ist die Dauer der Zwischenpulsintervalle minimal, die Dauer der Zeiten mit Lampenstrom maximal, wie Figur 3a zeigt. Figur 3b zeigt den Lampenstrom bei einer geringeren Helligkeit als Figur 3a.

[0039] An den zweiten Helligkeitsbereich schließt sich ein dritter Helligkeitsbereich an. Dieser erstreckt sich bis zur minimalen Helligkeit. Die Amplitude des Lampenstromes wird in diesem dritten Helligkeitsbereich nicht mehr geändert. In diesem dritten Helligkeitsbereich wird nur das Tastverhältnis von Lampenstrompulsen konstanter Amplitude eingestellt. Figur 4a zeigt den Lampenstrom bei einer Helligkeit nahe an der Grenze zum zweiten Hei-

ligkeitsbereich; Figur 4b zeigt den Lampenstrom bei minimaler Helligkeit. Die Dauer der Zwischenpulsintervalle muss dort geringer sein als die Zeit, in der die Ladungsträger in der Lampe vollständig rekombinieren können. Die Rekombinationszeit bestimmt das maximale Zwischenpulsintervall.

[0040] Figur 5 zeigt die Abhängigkeit der Amplitude AM der Einhüllenden des Lampenstromes und deren Tastverhältnis DC von der Helligkeit Φ der Lampe. Die besagten drei Helligkeitsbereiche sind eingezeichnet.

[0041] Die Grenze zwischen dem ersten und zweiten Helligkeitsbereich sollte vorzugsweise bei einer Lampenhelligkeit Φ liegen, bei der durch das Einfügen des minimalen Zwischenpulsintervalls keine sprunghafte Änderung der Lampenhelligkeit Φ mit dem Auge wahrnehmbar ist. Je geringer die Lampenstromamplituden sind, desto kürzer sind die minimalen Zwischenpulsintervalle.

[0042] Die Grenze zwischen dem zweiten und dritten Helligkeitsbereich wird vorzugsweise so eingestellt, dass die Amplitude des Lampenstromes während der Pulse groß genug ist, um eine vom Inverter bedienbare Lampenspannung zu erhalten. Zudem würde bei einer kleineren als der minimalen Amplitude die Ladungsträgerdichte in der Lampe zu gering werden. Damit könnten in der Pause zu viele Ladungsträger rekombinieren, die Gasentladung müsste nach jedem Zwischenpulsintervall neu gezündet werden.

[0043] Figur 6 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Steuerung der Helligkeit einer Niederdruckentladungslampe. Zur Regelung der Helligkeit wird ein erster Sollwert DL verwendet, dieser verhält sich zur gewünschten Helligkeit streng monoton mit minimalem Wert entsprechend der minimalen Helligkeit und maximalem Wert entsprechend der maximalen Helligkeit. Genau so gut kann man den Zusammenhang zwischen DL und der gewünschten Helligkeit invers dazu wählen. Der Sollwert DL wird zu einer Vergleicherschaltung PWM und zu einer Klemmschaltung CL geführt. Die Vergleicherschaltung PWM kann beispielsweise als Komparator mit "open collector" Ausgang ausgeführt sein. Die Klemmschaltung CL kann beispielsweise aus zwei Dioden bestehen, deren Kathoden mit dem Ausgang verbunden sind und an deren Anoden der erste Sollwert DL bzw. der Minimalwert MIN gelegt ist.

[0044] Die Klemmschaltung CL erzeugt ein Ausgangssignal RV, welches oberhalb eines bestimmten Wertes MIN mit dem ersten Sollwert DL identisch ist. Für Werte von DL, die kleiner sind als MIN, ist RV identisch zu MIN. Das Signal RV wird als Sollwert einem Regler REG zugeführt. Der Regler REG kann beispielsweise als PI-Regler ausgeführt sein.

[0045] In der Vergleicherschaltung PWM wird das Signal DL mit dem Ausgangssignal eines Dreiecksgenerators TG verglichen, wobei ein Ausgangssignal BL erzeugt wird. Die Frequenz und Amplitude des Dreiecksignals, etwa erzeugt durch eine selbstoszillierende Schaltung, sind frei einstellbar.

[0046] Das Ausgangssignal BL wird dem Regler REG

zugeführt. Das Signal BL hat zwei Zustände. Der erste Zustand wirkt so auf den Regler REG ein, dass dieser ein Ausgangssignal erzeugt, das über die Stellgröße MV den Inverter in einen Zustand bringt, bei dem kein, oder nahezu kein, Lampenstrom fließt. Diese Zeiten entsprechen den Zwischenpulsintervallen. Im zweiten Zustand wird der Regler REG durch das Signal BL nicht beeinflusst. Der "open collector" Ausgang der Vergleichsschaltung PWM zieht im ersten Fall die Führungsgröße auf einen Wert, der zu einer den Zwischenpulsintervallen entsprechenden Stellgröße führt. Im zweiten Fall wird der Regler durch BL nicht beeinflusst.

[0047] Der Regler REG steuert über sein Ausgangssignal MV die Betriebsfrequenz des Inverters INV, welcher eine Niederdruckentladungslampe betreibt. Weiter stellt der Inverter INV eine Größe CV zur Verfügung, die zum Lampenstrom proportional ist. Die Größe CV kann dabei der Lampenstrom selbst oder die Betriebsfrequenz des Inverters sein.

[0048] Die Messeinrichtung ME erzeugt aus der Größe CV ein Signal AV, welches dem Regler REG als Regelgröße zugeführt wird.

[0049] Bei einer Veränderung der gewünschten Helligkeit, ausgehend von maximaler Helligkeit, hat zunächst das Signal DL seinen maximalen Wert, welcher größer ist als das Signal ST. Die Stellgröße MV ist für diese Helligkeit maximal und zeitlich kontinuierlich, wie Figur 7a zeigt. Zur Verringerung der Helligkeit wird DL verkleinert, daraufhin wird MV kleiner. Solange DL und ST nicht überlappen bleibt MV kontinuierlich, Figur 7b. Wird DL weiter reduziert, treten Zeiten auf, zu denen DL kleiner als die Maxima des Dreiecksignals ST ist, Figur 7c. Während dieser Phasen wird der Inverter mittels MV so gesteuert, dass kein (oder nahezu kein) Lampenstrom fließt. Bei weiterer Reduktion von DL werden zum einen die Phasen ohne Lampenstrom länger, zum anderen sinkt der Wert von MV in den Phasen in denen Lampenstrom fließt weiter ab und damit auch die Amplitude der Lampenstrompulse, Figur 7d. Bei weiterer Reduzierung von DL werden die Phasen in denen kein Lampenstrom fließt länger. Die Amplitude von MV und damit die des Lampenstromes bleibt jedoch während der Pulse konstant, Figuren 7e und 7f.

[0050] Die minimale Helligkeit entspricht einem minimalem Signal DL. Dieses ist so gewählt, dass das Dreieckssignal ST niemals komplett über dem Signal DL liegt. Die Minima von ST liegen immer unterhalb von DL. Der Abstand zwischen den Minima von ST definiert so auch das maximale Zwischenpulsintervall.

[0051] Üblicherweise wird bei einer Versorgung des Inverters mit einer Zwischenkreisspannung diese nicht zeitlich konstant sein, sondern der Periodizität des Versorgungsnetzes entsprechende Schwankungen aufweisen. Die Frequenz des Modulationssignals ist viel größer. Es können Schwebungen entstehen, welche als Flakern der Niederdruckentladungslampe wahrgenommen werden können. Um dies zu verhindern kann die Phasenlage des Dreiecksignals mit der Phasenlage der

Netzfrequenz synchronisiert werden. Beispielsweise kann durch eine geeignete Schaltung erreicht werden, dass immer zum Zeitpunkt des Netzmaximums eine steigende Flanke des Dreiecksignals erzeugt wird.

[0052] Mit einem kleinen Signal DL steigt das Risiko eines Erlöschens der Entladung. Um das zu verhindern kann die aus EP 0 422 255 B1 bekannte Schaltung verwendet werden, um den Entladungswiderstand zu messen. Steigt dieser stark an, steht ein Abriss der Entladung unmittelbar bevor. Basierend auf der Kenntnis des Entladungswiderstandes kann dem Regler REG eine zusätzliche Regelgröße zugeführt werden, so dass bei einem drohenden Erlöschen der Lampe der Lampenstrom erhöht wird.

Patentansprüche

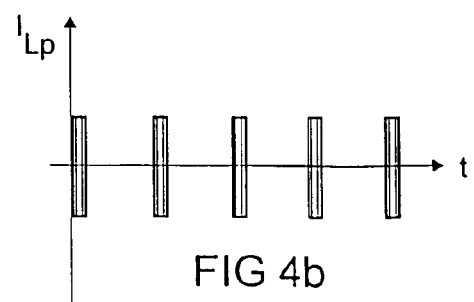
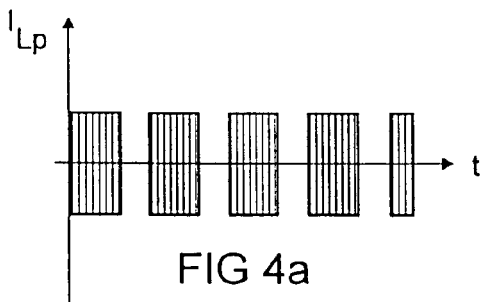
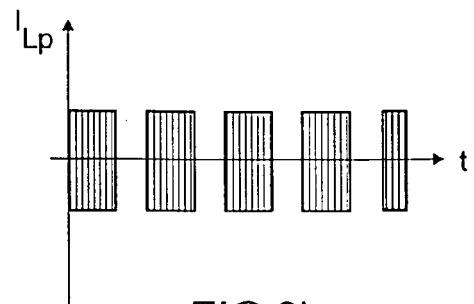
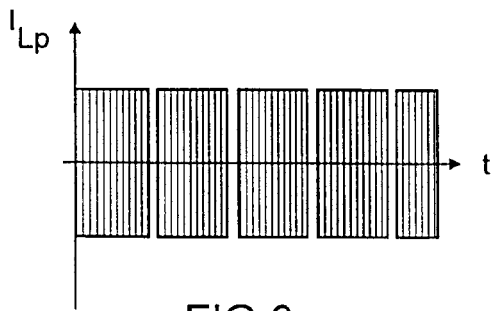
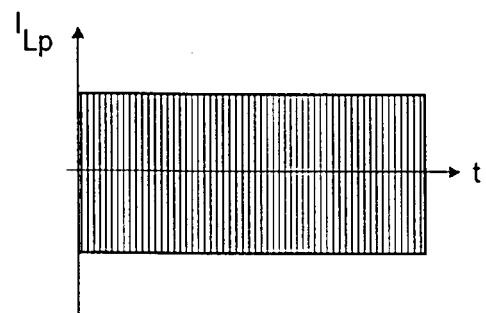
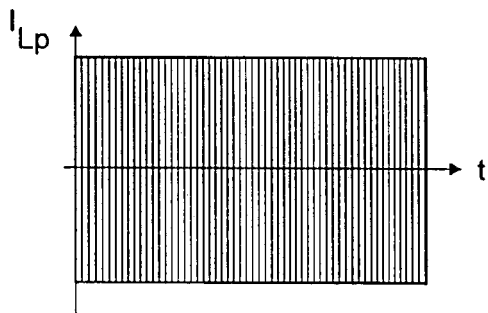
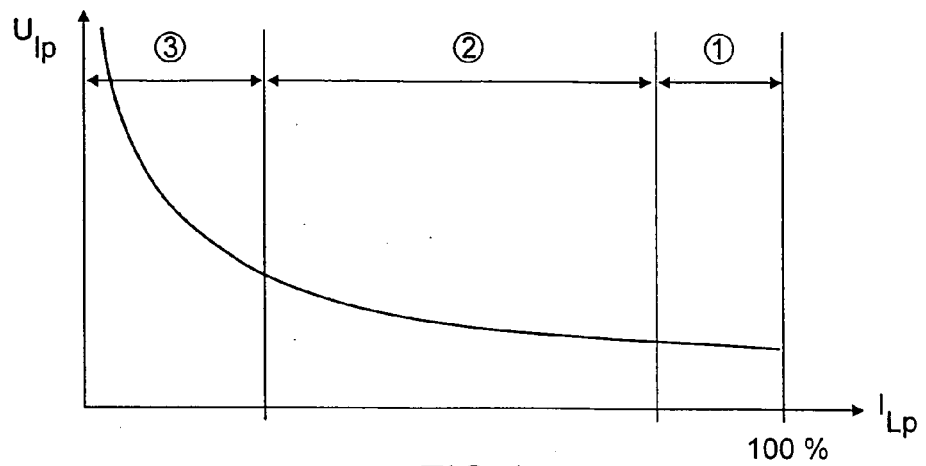
1. Elektronisches Vorschaltgerät mit einer Dimmvorrichtung zur Steuerung der Helligkeit einer Niederdruckentladungslampe mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dimmvorrichtung zusätzlich dazu ausgelegt ist,

- die Niederdruckentladungslampe durch zeitlich beabstandete Lampenstrompulse zu betreiben und die Helligkeitssteuerung durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen,
- die Helligkeitssteuerung in einem ersten Helligkeitsbereich einerseits und einem weiteren Helligkeitsbereich niedrigerer Helligkeit als in dem ersten Helligkeitsbereich andererseits unterschiedlich zu verwirklichen,
- und die Helligkeitssteuerung in dem ersten Helligkeitsbereich zumindest auch mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes und in dem weiteren Helligkeitsbereich zumindest auch durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Puls und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen.

2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1, welches dazu ausgelegt ist, in dem ersten Helligkeitsbereich die Steuerung der Helligkeit nur durch Einstellung der Amplitude des Lampenstromes zu verwirklichen.

3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, welches dazu ausgelegt ist, in einem zweiten Helligkeitsbereich die Steuerung der Helligkeit durch Einstellung der Amplitude des Lampenstromes und durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen.

4. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1, 2 oder 3, welches dazu ausgelegt ist, in einem dritten Helligkeitsbereich die Steuerung der Helligkeit nur durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen 5
5. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Vorrichtung zur Erzeugung der zeitlich beabstandeten Lampenstrompulse, die beinhaltet 10
- einen Signalgenerator (TG) zur Erzeugung eines periodischen Signals und
 - eine Einrichtung (PWM) zum Vergleich des periodischen Signals mit einem der gewünschten Helligkeit entsprechenden kontinuierlichen Signal, wobei die Überlappung zwischen dem periodischen Signal und dem konstanten Signal die Dauer der Signalepulse und deren Zwischenpulsintervall bestimmt. 15 20
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 5 mit einer Vorrichtung zur Synchronisierung der beabstandeten Signalepulse mit der Versorgungsspannung eines Inverters (INV) zur Erzeugung des Lampenstromes, wobei das Ausgangssignal des Signalgenerators (TG) mit der Phasenlage der niederfrequent schwankenden Versorgungsspannung des Inverters (INV) synchronisiert wird. 25 30
7. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit 35
- einem Inverter (INV) zur Erzeugung des Lampenstromes,
 - einer Messvorrichtung (ME) zur Messung des Lampenstromes oder einer vom Lampenstrom abhängigen Größe und zur Erzeugung einer Regelgröße (AV), 40
 - einem Regler (REG) zur Steuerung des Inverters (INV).
8. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 5 und 7, welches dazu ausgelegt ist, die Ausgabe der Vergleichseinrichtung (PWM) dem Regler als blockierendes Signal (BL) zuzuführen. 45
9. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 7 oder 8, mit einer Einrichtung zum Verhindern des Abreißen der Gasentladung, welche ausgelegt ist zur Messung des Lampenwiderstandes und zur Umwandlung des Lampenwiderstandes in eine zusätzliche Regelgröße. 50 55
10. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 7, 8 oder 9 mit einer Einrichtung zur Klemmung eines der gewünschten Helligkeit entsprechenden Signals (DL) dergestalt, dass den Regler (REG) während der Strompulse unter allen Umständen zumindest ein minimales Signal erreicht, welches als Führungsgröße fungiert.
11. Niederdruckentladungslampe mit integriertem elektronischem Vorschaltgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Verfahren zur Steuerung der Helligkeit einer Niederdruckentladungslampe mittels eines elektronischen Vorschaltgerätes mit Dimmvorrichtung durch Steuerung der Amplitude des Lampenstromes, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dimmvorrichtung zusätzlich genutzt wird, 60
- die Niederdruckentladungslampe durch zeitlich beabstandete Lampenstrompulse zu betreiben und durch Steuerung des Tastverhältnisses zwischen Pulsdauer und dem Zwischenpulsintervall des Lampenstromes die Helligkeit zu steuern,
 - die Helligkeitssteuerung in einem ersten Helligkeitsbereich einerseits und einem weiteren Helligkeitsbereich niedrigerer Helligkeit als in dem ersten Helligkeitsbereich andererseits unterschiedlich zu verwirklichen,
 - und die Helligkeitssteuerung in dem ersten Helligkeitsbereich zumindest auch mittels Einstellung der Amplitude des Lampenstromes und in dem weiteren Helligkeitsbereich zumindest auch durch Einstellung des Tastverhältnisses zwischen Puls und Zwischenpulsintervall des Lampenstromes zu verwirklichen.
13. Verfahren nach Anspruch 12 unter Verwendung eines Vorschaltgerätes nach einem der Ansprüche 1 bis 11.



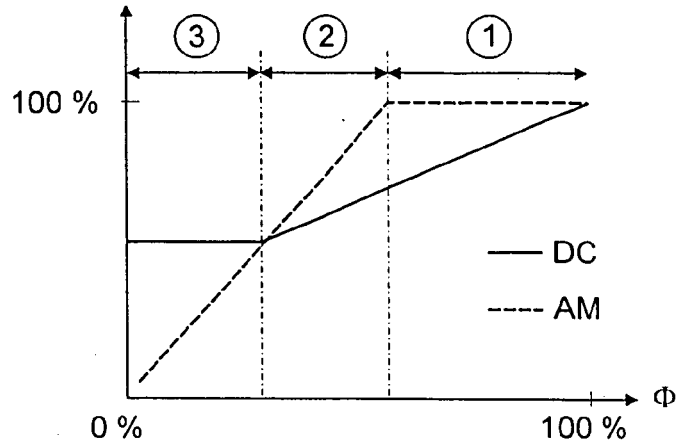


FIG 5

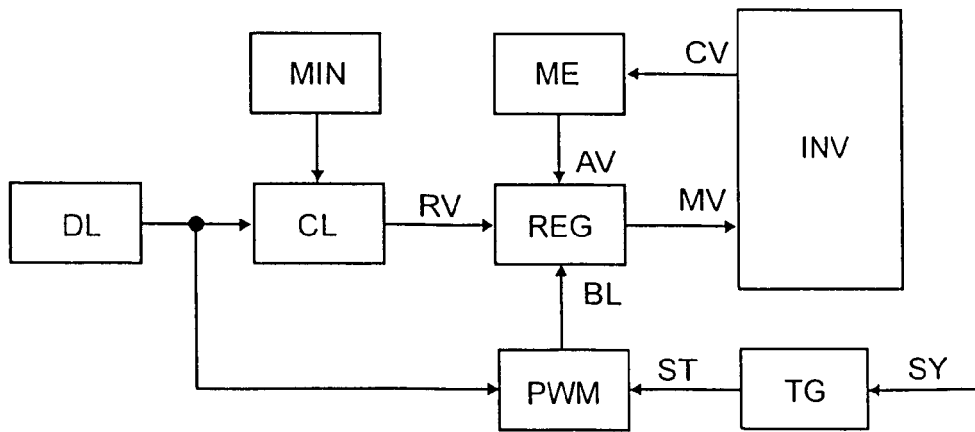


FIG 6

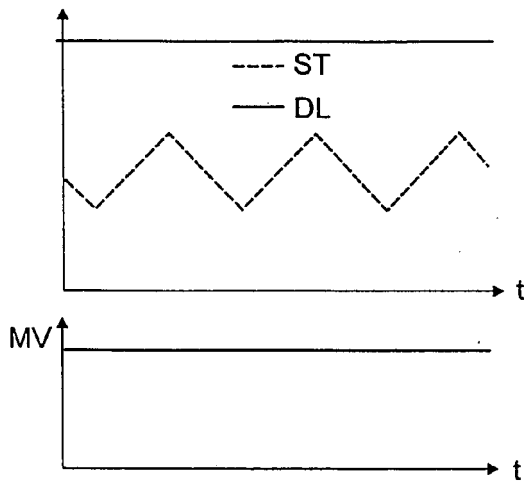


FIG 7a

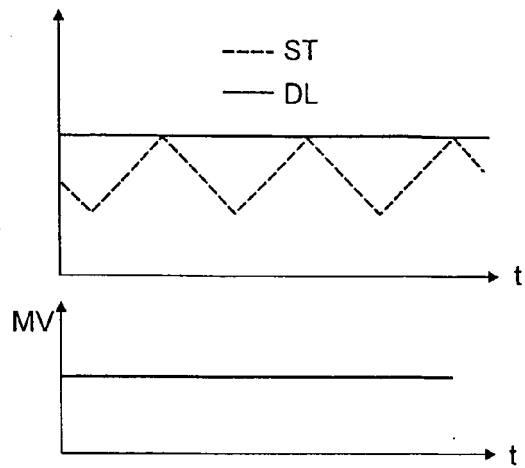


FIG 7b

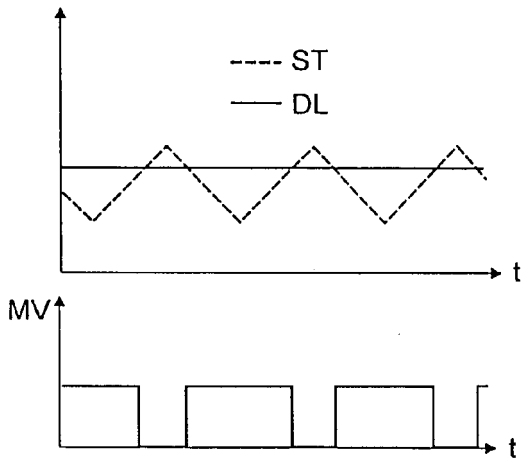


FIG 7c

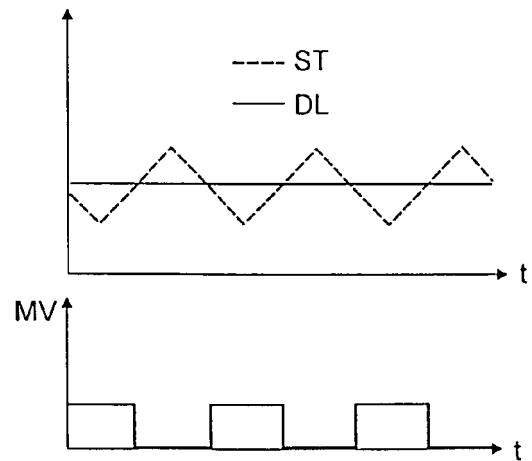


FIG 7d

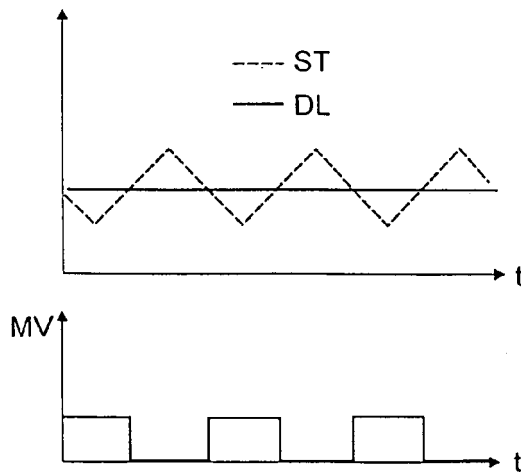


FIG 7e

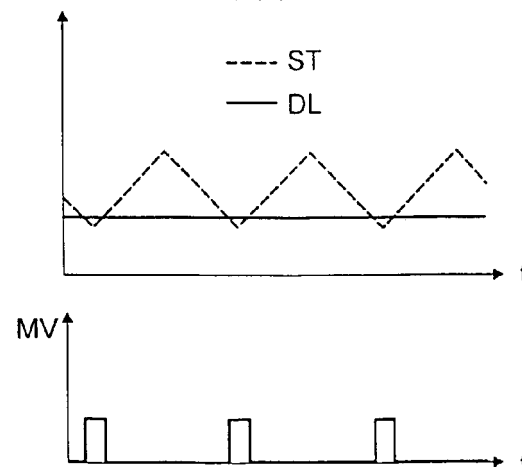


FIG 7f

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0422255 B1 [0030] [0052]