



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.06.2007 Patentblatt 2007/23

(51) Int Cl.:
H05B 41/288^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06124510.6**

(22) Anmeldetag: **21.11.2006**

(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:
• **Rossmannith, Thomas**
80636 München (DE)
• **Ziegler, Markus**
San Pedro Garza Garcia CP66220 NL (MX)

(30) Priorität: **23.11.2005 DE 102005055831**

(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) **Elektronisches Vorschaltgerät mit Betriebszustandsüberwachung und entsprechendes Verfahren**

(57) Die Betriebszustände eines elektronischen Vorschaltgeräts mit Vollbrücke sowie die der betriebenen Lampe sollen mit einfacheren Mitteln überwacht werden können. Daher ist eine Messeinrichtung (R, GR) zum Messen des Stroms durch eines der vier Schaltelemente (S1 bis S4) der Vollbrücke vorgesehen. Ein entsprechen-

der Strommesswert wird für eine Steuereinrichtung (ST) bereitgestellt. Die Vollbrückenschaltung (V) kann dann in Abhängigkeit des Strommesswertes gesteuert werden. Bei unerwünschten Zuständen lässt sich das elektronische Vorschaltgerät dadurch automatisch abschalten.

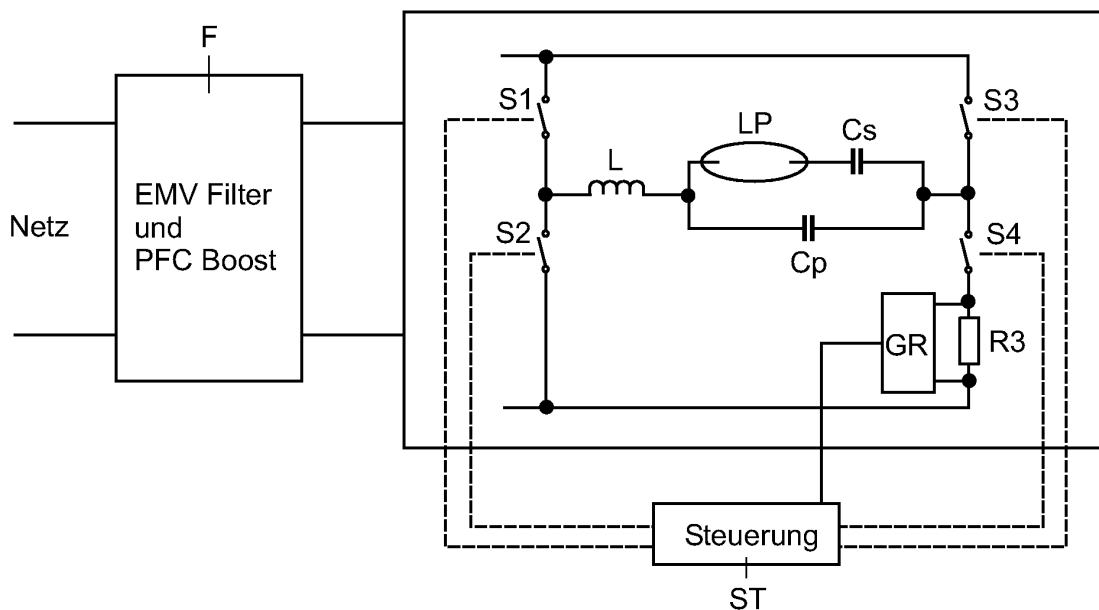


FIG 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Vorschaltgerät für eine Gasentladungslampe mit einer Vollbrückenschaltung, die vier Schaltelemente aufweist und in deren Mittelzweig ein Lastkreis angeordnet ist, und einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Vollbrückenschaltung. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Steuern des elektronischen Vorschaltgeräts.

Stand der Technik

[0002] Zur Überwachung des Betriebszustands einer Gasentladungslampe ist es nötig, die Lampenspannung oder den Lampenstrom zu messen. Bei einer Halbbrückenschaltung kann die Spannung an der Lampe einfach gemessen werden, indem die Spannung an dem einen Lampenpol abgegriffen wird, da der andere Pol in der Regel auf Masse bzw. einem definierten Potential liegt. Bei einer phasenverschobenen Vollbrücke hingegen, sind die Spannungen an beiden Polen der Lampe variabel. Daher ist es schwierig, die Lampenspannung bzw. den Lampenstrom direkt mit Hilfe eines Monitorwerts abzugreifen. Speziell die Lampenspannung, welche für die Zündung wichtig ist, kann nur differentiell gemessen werden. Dies bedeutet jedoch einen erheblichen Schaltungsaufwand.

[0003] Aus der Druckschrift WO 2004/098245 A1 ist ebenfalls ein elektronisches Vorschaltgerät mit Vollbrückenschaltung bekannt. Auch hier wird zumindest indirekt festgestellt, dass die Lampenspannung selbst nicht ohne weiteres messbar ist. Es wird dort ein Test der Lampe vor dem Betrieb vorgeschlagen.

Darstellung der Erfindung

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein elektronisches Vorschaltgerät mit Vollbrückenschaltung bereitzustellen, mit dem der Betriebszustand der zu betreibenden Gasentladungslampe mit einfacheren Mitteln festgestellt werden kann. Darüber hinaus soll ein entsprechendes Verfahren zum Steuern des elektronischen Vorschaltgeräts in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Lampe bereitgestellt werden.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein elektronisches Vorschaltgerät für eine Gasentladungslampe mit einer Vollbrückenschaltung, die vier Schaltelemente aufweist und in deren Mittelzweig ein Lastkreis angeordnet ist, und einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Vollbrückenschaltung, sowie einer Messeinrichtung zum Messen des Stroms durch eines der vier Schaltelemente und zum Bereitstellen eines Strommesswerts für die Steuereinrichtung, so dass die Vollbrückenschaltung durch die Steuereinrichtung in Abhängigkeit des Strommesswerts steuerbar ist.

[0006] Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt ein Verfahren zum Steuern eines elektronischen Vorschaltgeräts für eine Gasentladungslampe mit einer Vollbrückenschaltung, die vier Schaltelemente aufweist und in deren Mittelzweig ein Lastkreis angeordnet ist, durch Messen des Stroms durch eines der vier Schaltelemente, Bereitstellen eines entsprechenden Strommesswerts und Steuern der Vollbrückenschaltung in Abhängigkeit des Strommesswerts.

[0007] In vorteilhafter Weise ist es somit möglich, durch eine einfache Spannungs- bzw. Strommessung auf den Betriebszustand der Gasentladungslampe zu schließen. Abhängig davon kann dann die Vollbrücke in geeigneter Weise angesteuert werden.

[0008] Die Messeinrichtung umfasst vorteilhafterweise einen ohmschen Widerstand und einen Gleichrichter. Damit lässt sich auf günstige Art und Weise ein Spannungswert ermitteln, der als Hinweis für den Betriebszustand der Lampe dient.

[0009] Vorzugsweise wird die Vollbrückenschaltung derart angesteuert, dass eine phasenverschobene Vollbrücke mit der Resonanzzündung realisiert ist. Damit kann die Lampe mit einem hohen Wirkungsgrad betrieben werden.

[0010] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist durch die Steuereinrichtung eine erste Impedanz bzw. Spannung des Lastkreises bei einer ersten Frequenz und eine zweite Impedanz bzw. Spannung bei einer höheren, zweiten Frequenz jeweils unterhalb der Leerlaufresonanzfrequenz des Lastkreises und oberhalb der Resonanzfrequenz des Lastkreises bei eingeschalteter Lampe ermittelbar. Damit lassen sich Messwerte ermitteln, die sich zur eindeutigen Unterscheidung zwischen dem Nominalbetrieb und dem Leerlaufbetrieb der Lampe eignen. Dabei ist es günstig, wenn die Steuereinrichtung das elektronische Vorschaltgerät abschaltet, sobald die erste Impedanz größer als die zweite Impedanz bzw. die erste Spannung kleiner als die zweite Spannung ist. Durch das automatische Abschalten kann eine Überlastung der elektronischen Bauelemente des Vorschaltgeräts vermieden und dessen Lebensdauer entsprechend erhöht werden.

[0011] Bei einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgeräts ist durch die Steuereinrichtung ein Kurzschlusszustand der Gasentladungslampe von einem Nominalzustand, der dem gewünschten EIN-Zustand der Gasentladungslampe entspricht, anhand einer Impedanz des Lastkreises bzw. einer Spannung am Lastkreis unterscheidbar, so dass im Kurzschlussfall das elektronische Vorschaltgerät automatisch abgeschaltet werden kann. Dies führt zu einer erhöhten Betriebssicherheit des Geräts.

[0012] Zur exakten Bestimmung der Resonanzfrequenz des Lastkreises kann unter Berücksichtigung der vorgegebenen Lampenleitungsgröße ein Abgleich des Strommonitors stattfinden. Insbesondere kann eine entsprechende Abgleicheinrichtung auch in dem EVG vorgesehen sein. Damit ist gewährleistet, dass ein optimaler

Betrieb auch bei unterschiedlichen Lampenleitungslängen erreicht werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

- Figur 1 ein Schalt diagram eines erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgeräts;
- Figur 2 das Impedanzverhalten des Resonanzkreises des elektronischen Vorschaltgeräts von Figur 1;
- Figur 3 den Verlauf von zwei Resonanzkurven für unterschiedliche Lampenleitungslängen;
- Figur 4 die entsprechenden Zündspannungsverläufe zu den Resonanzkurven von Figur 3; und
- Figur 5 ein Diagramm zur Bestimmung der Resonanzfrequenz.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0014] Das nachfolgend geschilderte Ausführungsbeispiel stellt eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

[0015] Das in Figur 1 wiedergegebene erfindungsgemäße elektronische Vorschaltgerät (EVG) besteht aus einer phasenverschobenen Vollbrücke V mit Resonanzzündung und einem vorgeschalteten EMV-Filter F mit sogenanntem PFC Boost (Power Factor Correction-Hochsteller). Die Vollbrücke V besteht aus vier Schaltelementen S1, S2, S3 und S4. In dem Mittelzweig der Vollbrücke befindet sich der Lastkreis bestehend aus einer Drossel L und einer nachgeschalteten Parallelschaltung, in deren einem Zweig die Gasentladungslampe LP in Serie mit einem Kondensator C_s und in deren anderem Zweig ein Kondensator C_p angeordnet ist.

[0016] Sämtliche Schaltelemente S1 bis S4 werden von einer Steuerung ST gesteuert. An der Masseseite (Low-Side) befinden sich die Schaltelemente S2 und S4 der Vollbrücke. Dementsprechend befinden sich die Schaltelemente S1 und S3 auf der Versorgungsspannungsseite (High-Side). Zwischen das Schaltelement S4 und Masse ist ein ohmscher Widerstand R geschaltet. An diesem wird eine Wechselfrequenz abgegriffen und von einem Gleichrichter GR gleichgerichtet. Das gleichgerichtete Signal wird der Steuerung ST zur Verfügung gestellt. Dadurch kann die Ansteuerfrequenz für die Schaltelemente S1 bis S4 abhängig von der gemessenen Spannung bzw. dem durch den ohmschen Widerstand R fließenden Strom gemacht werden.

[0017] Anstelle der Lampenspannung wird erfindungsgemäß der Strom in der Vollbrücke zur Bewertung

des Betriebszustandes des Lastkreises herangezogen. Dieser Strom, der auch als Monitorstrom bezeichnet werden kann, wird hier an dem Messwiderstand R bei dem Low-Side-Schalter S4 gemessen. Die Eigenschaften des Lastkreises können anhand seines in Figur 2 dargestellten Impedanzverhaltens erklärt werden. Der Resonanzkreis L, C_s, C_p gegebenenfalls mit dem Messwiderstand R bildet je nach Zustand der Lampe einen entsprechenden Pol aus. Ist die Lampe LP nicht gezündet, so ist die Frequenz f_∞ des Pols durch die Bauelemente L und C_p bestimmt. Die entsprechende Impedanzkennlinie ist in Fig. 2 mit a bezeichnet. Ist die Lampe hingegen gezündet, so bestimmen die Bauelemente L, C_p und C_s die Frequenz f₀ des dann entstehenden Pols. Es ergibt sich die Impedanzkennlinie b. Durch die Impedanz der Lampe wird die Resonanz im EIN-Zustand der Lampe gedämpft, so dass sich die Impedanzkennlinie c ergibt.

[0018] Die Lampe wird mit Frequenzen oberhalb der Leerlaufresonanzfrequenz f_∞ geheizt und gezündet. Während des Nominalbetriebs, d.h. des üblichen EIN-Zustands der Lampe, wird diese in einem Frequenzbereich f_m (Arbeitsbereich) gehalten, für den gilt: f_∞ > f_m > f₀. Für das konkrete Beispiel von Figur 2 ist f_∞ = 80kHz, f_m = 45-55kHz und f₀ = 29kHz. Dies ergibt sich durch eine Bestückung des Resonanzkreises mit L=4mH, C_s=6,8nF, C_p=1nF. Im eingeschalteten Zustand weist die Lampe einen ohmschen Widerstand von ca. 500 Ω auf. Während der Resonanzzündung, bei der die Frequenz, wie in Figur 2 angedeutet ist, entsprechend dem Pfeil allmählich bis zur Polfrequenz f_∞ reduziert und die Spannung entsprechend erhöht wird, kann die Lampenspannung indirekt gemessen werden, da diese über den Energieinhalt des Resonanzkreises, zu dem auch der Messwiderstand R zählt, mit dem Strom in Zusammenhang gebracht werden kann. Insbesondere lässt sich über den im Widerstand R gemessenen Strom die Energie in der Drossel L ermitteln. Da diese im Resonanzfall dem Kondensator C_p übertragen wird, kann daraus die Spannung über den Kondensator C_p ermittelt werden, da $W=1/2CU^2$ ist. Somit lässt sich die Spannung an dem Verbindungspunkt der Drossel L und des Kondensators C_p und folglich die maßgebliche Spannung an der Lampe LP ermitteln.

[0019] Im Nominalbetrieb (EIN-Zustand der Lampe), beispielsweise im FM-modulierten Betrieb zwischen 45 kHz und 55 kHz, kann dieser Monitor (Strommesser) verwendet werden, um abrupte Änderungen im Betriebszustand der Lampe zu überwachen. Da für 45 kHz und 55 kHz Betriebsfrequenz die Impedanz des Resonanzkreises jeweils eine andere ist, und somit der Strom auch unterschiedlich ist, kann der Strom verwendet werden, um den induktiven Betrieb von dem unerwünschten kapazitiven Betrieb zu unterscheiden. Beim kapazitiven Betrieb sind die Verluste verhältnismäßig hoch.

[0020] Konkret können mittels des Strommonitors folgende Betriebsmodi und Übergänge überwacht werden:

A: Die Lampe zündet und bleibt an, und das EVG

schaltet in den Nominalmodus. Dies bedeutet, dass die Frequenz entsprechend dem Pfeil A in Figur 2 in den Arbeitsbereich zwischen 45 und 55 kHz gesteuert wird. Der Strommonitor misst nach diesem Schaltvorgang bei 55 kHz eine kleine Stromamplitude (große Impedanz) bei 45 kHz eine größere Stromamplitude (kleinere Impedanz). Dies bedeutet, dass das EVG korrekt geschaltet hat.

B: Die Lampe zündet und bleibt nicht an, aber das EVG schaltet versehentlich in den Nominalmodus. Dies bedeutet, dass der Resonanzkreis auf der Frequenzkennlinie a bleibt, wie dies in Figur 2 durch den Pfeil B angedeutet ist. Der Strommonitor misst nun bei 55 kHz eine größere Stromamplitude (kleinere Impedanz) und bei 45 kHz eine kleinere Stromamplitude (größere Impedanz). Dies bedeutet, dass der Arbeitspunkt sich links von der Resonanzfrequenz befindet, wodurch ein kapazitiver Betrieb gekennzeichnet ist. Das EVG erkennt somit, dass ein unerwünschter Zustand vorliegt und schaltet ab.

C: Die Lampe erlischt während des korrekten Nominalbetriebs, wenn beispielsweise Zuleitungen unterbrochen werden oder die Lampe defekt wird. Dieser Zustandsübergang ist in Figur 2 durch den Pfeil C angedeutet. Der Arbeitspunkt des Resonanzkreises befindet sich somit auf der Leerlaufkurve a, so dass der Strommonitor bei 55 kHz eine größere Stromamplitude (kleinere Impedanz) und bei 45 kHz eine kleinere Stromamplitude (größere Impedanz) misst. Dies deutet wiederum auf kapazitiven Betrieb hin und das EVG schaltet ab.

D: An der Lampe tritt Kurzschluss auf. Dies bedeutet, dass der Arbeitspunkt des Resonanzkreises von der Kennlinie c auf die Kennlinie b wandert. Die Veränderung des Arbeitspunkts ist in der Darstellung von Figur 2 kaum erkennbar. Ist der Strommonitor jedoch in der Lage, diese Veränderung aufzulösen, so kann das EVG auch einen Kurzschluss an der Lampe erkennen und entsprechend abschalten.

[0021] Bei der praktischen Realisierung in einem EVG muss berücksichtigt werden, dass die Lampenzuleitungen eine Kapazität C_L besitzen. Diese Kapazität hängt von der Lampenleitung, deren Länge und Einbausituation ab. Sie wird mit ca. 50-100pF/m Lampenleitungslänge angegeben. Schaltungstechnisch befindet sich diese Kapazität C_L parallel zum Zündkondensator C_p , und beeinflusst somit die Resonanzfrequenz f_{∞} . Figur 3 zeigt den Verlauf von zwei Resonanzkurven: \blacklozenge mit $L=2,85\text{mH}$ und $C_p=1\text{nF}$, \blacksquare mit zusätzlicher Kapazität $C_L=177\text{pF}$. Deutlich ist die Verschiebung des Resonanzpoles zu erkennen.

[0022] Bei dem Strommonitor wird die Zündspannung über die Energieerhaltung berechnet. Die Kapazität C_L geht in diese Gleichung der Energieerhaltung ein und

führt somit zu einer ungenauen Umrechnung zwischen Strommonitor und eigentlicher Zündspannung. Figur 4 zeigt den Unterschied zwischen den beiden oben angeführten Fällen: Ein vom EVG gemessener Monitorwert, z.B. 1200 korrespondiert mit unterschiedlichen Zündspannungen von 1,6 kV oder 1,8 kV, abhängig von C_L .

[0023] Durch obigen Sachverhalt ist eine Abgleichprozedur für den Strommonitor unumgänglich. Die genaueste Methode besteht darin, die Resonanzfrequenz f_{∞} vor dem eigentlichen Betrieb auszumessen. Ist die Resonanzfrequenz bekannt, kann unter der Voraussetzung konstanter Werte für L und C_p die Kapazität C_L berechnet werden.

[0024] Figur 5 zeigt eine Methode zur Bestimmung der Resonanzfrequenz f_{∞} : Das EVG nähert sich der Resonanzfrequenz sowohl von höheren als auch von niedrigeren Frequenzen (hier dargestellt durch den Zähler eines Timers) bis zu einem bestimmten Monitorwert (hier 600, durch "A" und "B" markiert). Die gesuchte Resonanzfrequenz entspricht dem Mittelwert der beiden "A" und "B" zugeordneten Frequenzen.

[0025] In weiterer Folge kann der Wert für C_L bestimmt und die Energieerhaltung verwendet werden, um einen korrekten Zusammenhang zwischen Strom und Spannung im Resonanzkreis zu erhalten.

[0026] Eine entsprechende Abgleicheinrichtung kann in das EVG integriert sein.

30 Patentansprüche

1. Elektronisches Vorschaltgerät für eine Gasentladungslampe (LP) mit

- einer Vollbrückenschaltung, die vier Schaltelemente (S1 bis S4) aufweist und in deren Mittelzweig ein Lastkreis angeordnet ist, und
- einer Steuereinrichtung (ST) zur Steuerung der Vollbrückenschaltung, **gekennzeichnet durch**
- eine Messeinrichtung zum Messen des Stroms **durch** eines der vier Schaltelemente (S1 bis S4) und zum Bereitstellen eines Strommesswerts für die Steuereinrichtung, so dass die Vollbrückenschaltung **durch** die Steuereinrichtung (ST) in Abhängigkeit des Strommesswerts steuerbar ist.

2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei die Messeinrichtung einen ohmschen Widerstand (R) und einen Gleichrichter (GR) umfasst.

3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinrichtung (ST) die Vollbrückenschaltung derart ansteuert, dass eine phasenverschobene Vollbrücke mit Resonanzzündung realisiert ist.

4. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vor-

- hergehenden Ansprüche, wobei durch die Steuereinrichtung eine erste Impedanz/Spannung des Lastkreises bei einer ersten Frequenz und eine zweite Impedanz/Spannung bei einer höheren zweiten Frequenz jeweils unterhalb der Leerlaufresonanzfrequenz des Lastkreises und oberhalb der Resonanzfrequenz des Lastkreises bei eingeschalteter Lampe ermittelbar ist.
5. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 4, wobei die Steuereinrichtung das elektronische Vorschaltgerät abschaltet, wenn die erste Impedanz größer als die zweite Impedanz bzw. die erste Spannung kleiner als die zweite Spannung ist. 5
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch die Steuereinrichtung (ST) ein Kurzschlusszustand der Gasentladungslampe (LP) von einem Nominalzustand, der dem gewünschten EIN-Zustand der Gasentladungslampe entspricht, unterscheidbar ist, und im Kurzschlussfall das elektronische Vorschaltgerät somit automatisch abschaltbar ist. 10 15 20
7. Verfahren zum Steuern eines elektronischen Vorschaltgeräts für eine Gasentladungslampe (LP) mit einer Vollbrückenschaltung, die vier Schaltelemente (S1 bis S4) aufweist und in deren Mittelzweig ein Lastkreis angeordnet ist, **gekennzeichnet durch** 25 30
- Messen des Stroms **durch** eines der vier Schaltelemente (S1 bis S4),
 - Bereitstellen eines entsprechenden Strommesswerts und
 - Steuern der Vollbrückenschaltung in Abhängigkeit des Strommesswerts. 35
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei eine erste Impedanz des Lastkreises bei einer ersten Frequenz und eine zweite Impedanz bei einer höheren zweiten Frequenz jeweils unterhalb der Leerlaufresonanzfrequenz des Lastkreises und oberhalb der Resonanzfrequenz des Lastkreises bei eingeschalteter Lampe ermittelt wird und das elektronische Vorschaltgerät abgeschaltet wird, wenn die erste Impedanz größer als die zweite Impedanz ist. 40 45
9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei eine erste Spannung am Lastkreis bei einer ersten Frequenz und eine zweite Spannung am Lastkreis bei einer höheren zweiten Frequenz jeweils unterhalb der Leerlaufresonanzfrequenz des Lastkreises und oberhalb der Resonanzfrequenz des Lastkreises bei eingeschalteter Lampe ermittelt wird, und das elektronische Vorschaltgerät abgeschaltet wird, wenn die erste Spannung kleiner als die zweite Spannung ist. 50 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei ein Kurzschlusszustand der Gasentladungslampe (LP) von einem Nominalzustand, der dem gewünschten EIN-Zustand der Gasentladungslampe entspricht, anhand einer Impedanz des Lastkreises oder einer Spannung am Lastkreis unterschieden wird, und im Kurzschlussfall das EVG automatisch abgeschaltet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Resonanzfrequenz des Lastkreises unter Berücksichtigung einer vorgebbaren Lampenleitungs-länge vor dem Betrieb der Gasentladungslampe ermittelt wird.

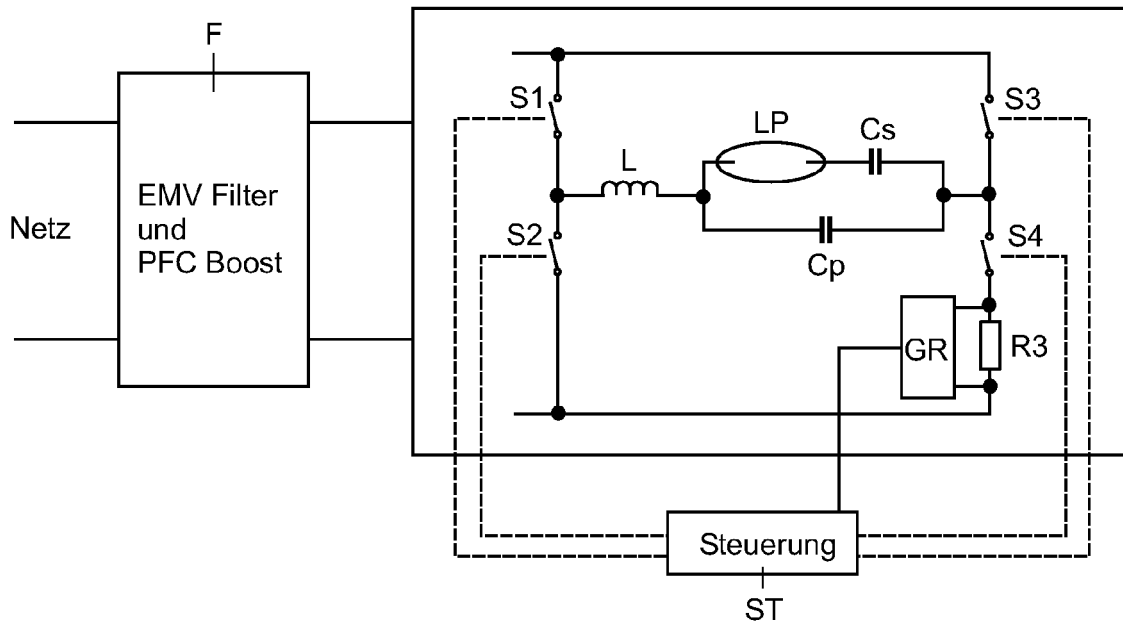


FIG 1

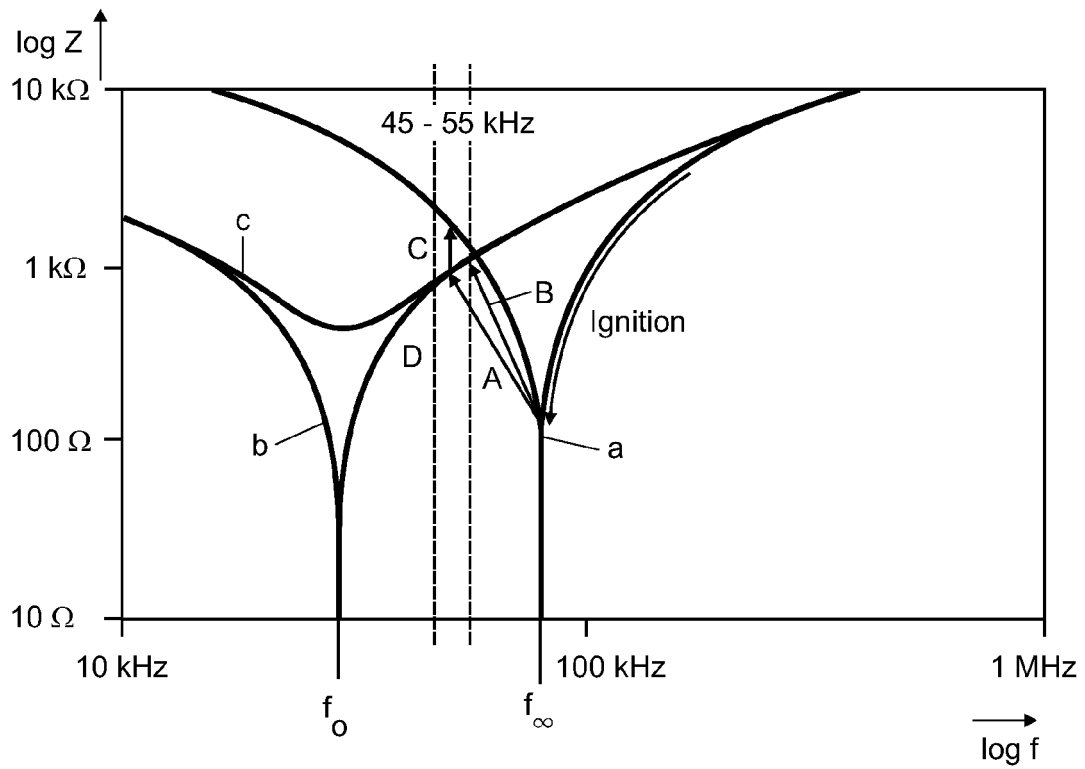


FIG 2

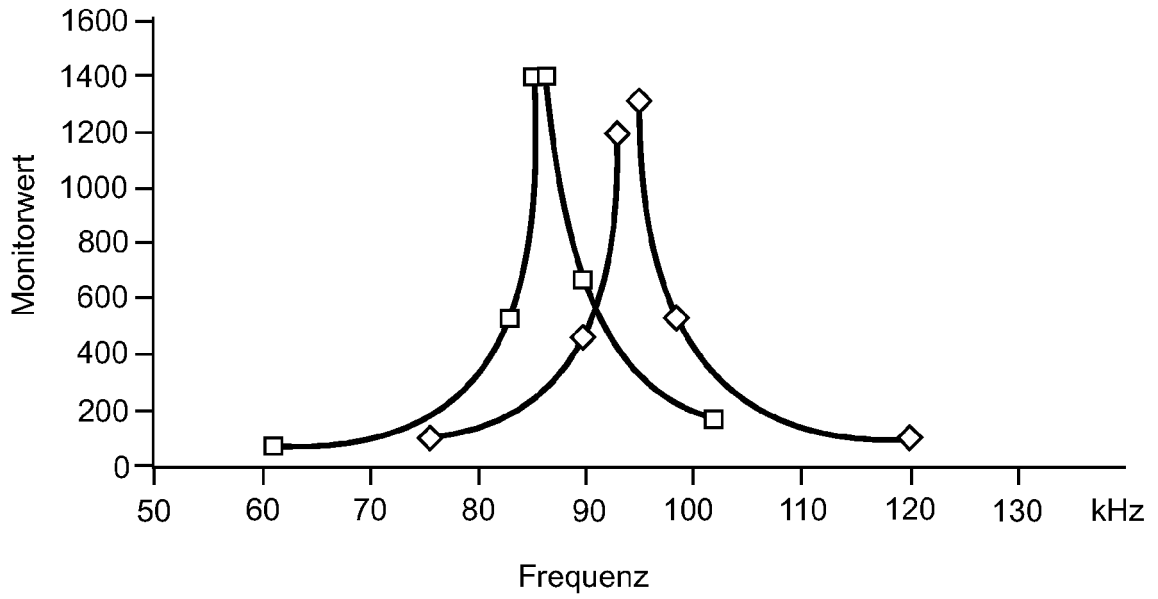


FIG 3

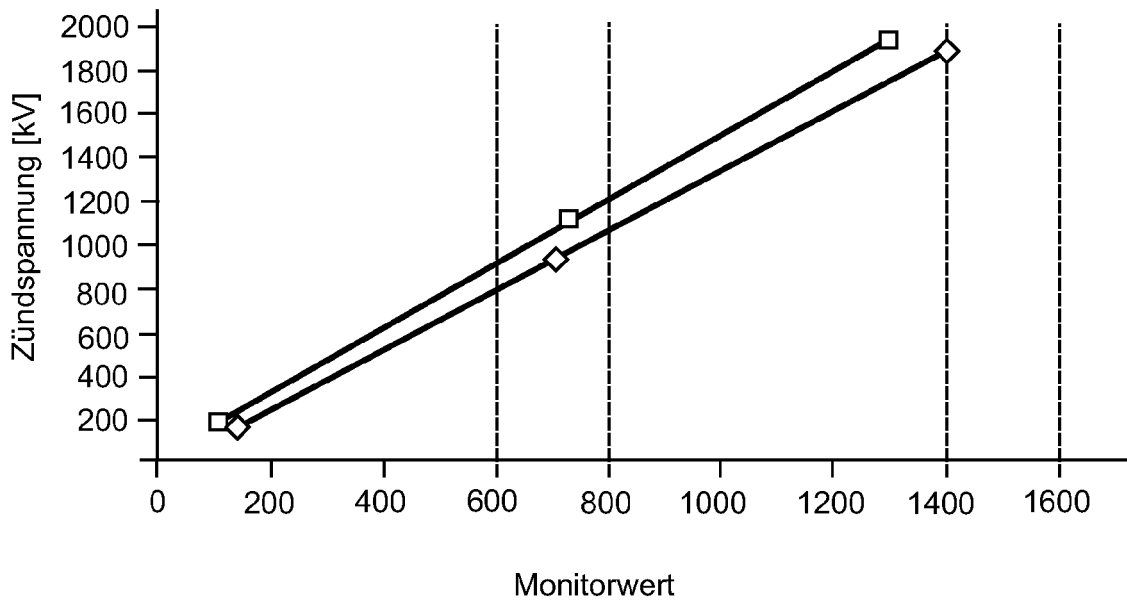


FIG 4

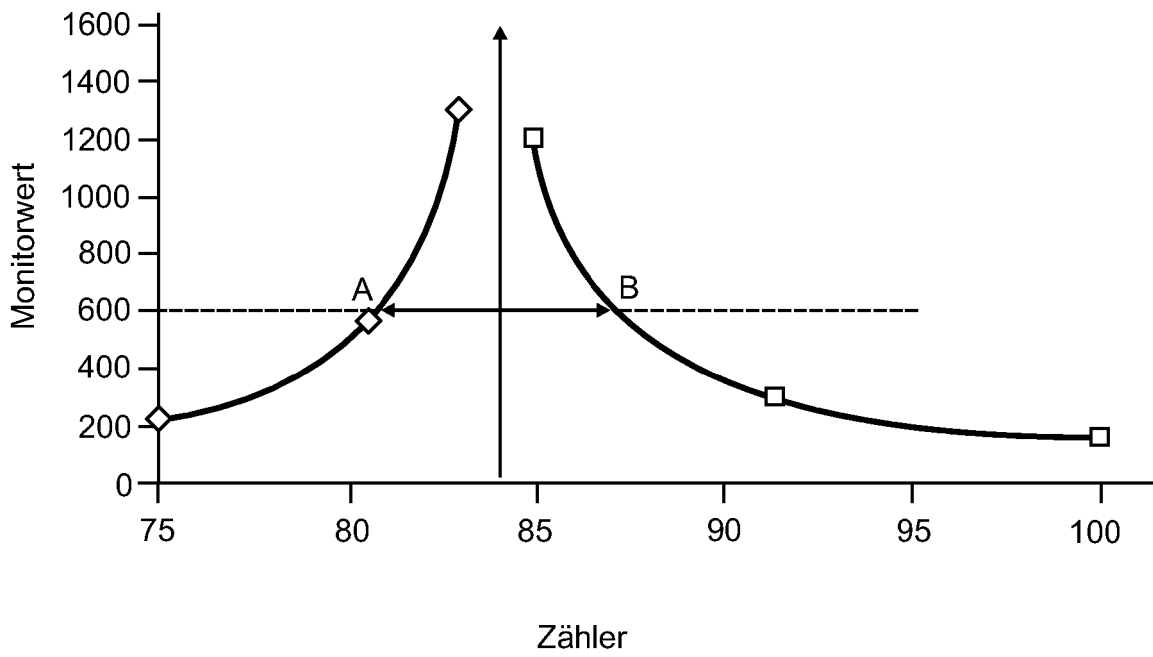


FIG 5

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

- WO 2004098245 A1 [0003]