



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.12.2004 Patentblatt 2004/50

(51) Int Cl.7: **H05B 41/282**

(21) Anmeldenummer: **04009454.2**

(22) Anmeldetag: **21.04.2004**

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

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

(72) Erfinder: **Rudolph, Bernd
85659 Forstern (DE)**

(30) Priorität: **06.06.2003 DE 10325872**

(54) **Ansteuerschaltung für den Betrieb mindestens einer Lampe in einem dazugehörigen Lastkreis**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ansteuerschaltung für den Betrieb mindestens einer Lampe La in einem dazugehörigen Lastkreis, in dem die Anschlüsse für die mindestens eine Lampe angeordnet sind, mit zwei Schaltern (S1, S2) in Halbbrückenordnung, wobei jeder Schalter (S1; S2) in Kaskodeschaltung einen Bipolartransistor (B2) mit einer Steuer-, einer Arbeits- und einer Bezugselektrode und einen Feldeffekttransistor (F2) mit einer Steuer-, einer Arbeits- und einer Bezugselektrode umfasst, wobei der Mittelpunkt der Halb-

brückenordnung mit dem mindestens einen Lastkreis gekoppelt ist, und jede derartige Kaskodeschaltung einen Eingangskreis (E1, E2) aufweist, in dem parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors (B2) und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) die Serienschaltung einer Diode (D21) und einer Sekundärwicklung (L2) eines Übertragers angeordnet ist, dessen Primärwicklung (L₀) derart im Lastkreis angeordnet ist, dass sie im Betrieb der mindestens einen Lampe (La) vom Lastkreisstrom (I_L) durchflossen wird.

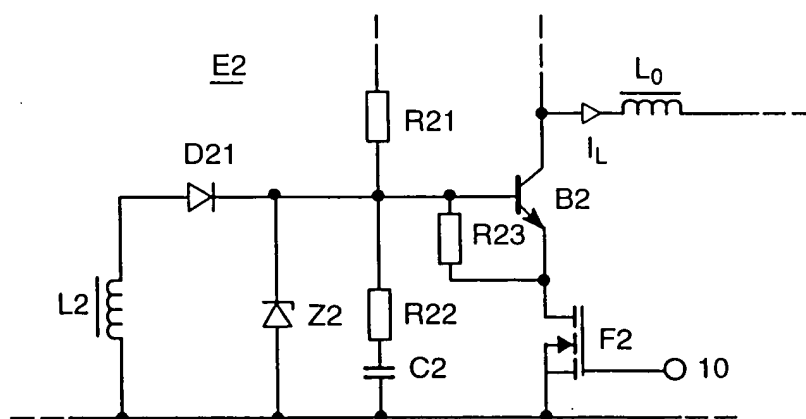


FIG. 3

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ansteuererschaltung für den Betrieb mindestens einer Lampe in einem dazugehörigen Lastkreis, in dem die Anschlüsse für die mindestens eine Lampe angeordnet sind, mit zwei Schaltern in Halbbrückenordnung.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige aus dem Stand der Technik bekannte Ansteuererschaltung ist schematisch in Figur 1 dargestellt. Eingangsseitig liegt die sogenannte Zwischenkreisspannung U_{zw} an. Hierbei handelt es sich um eine Gleichspannung, die gewöhnlich über dem Fachmann geläufige Schaltungen aus der Netzspannung erzeugt wird. Zwei Schalter S1, S2 sind seriell in Halbbrückenordnung angeordnet und werden über einen nicht dargestellten jeweiligen Eingangskreis E1, E2 angesteuert. Der Verbindungspunkt der beiden Schalter ist über eine Drossel L mit der Lampe La verbunden, welche im Betrieb vom Lampenstrom I_L durchflossen wird. Ausgangsseitig schließen die zwei Koppelkondensatoren C_{K1} , C_{K2} die Schaltung ab. Alternative Schaltungsstrukturen sind dem Fachmann geläufig, werden jedoch nachfolgend nicht detaillierter beschrieben, da sie für die Realisierung der Erfindung ohne Relevanz sind. Bei Einsatz im sogenannten Mittelspannungsbereich müssen die Schalter S1, S2 ausgelegt sein, Spannungen zwischen 400 und 1000 Volt zu schalten. Die Schaltfrequenz liegt in der Größenordnung von 40 bis 50 kHz. Der Duty-Cycle der in Figur 1 dargestellten Schaltung beträgt 50 Prozent. Die zu schaltende Netzleistung beträgt hierbei mehr als 100 Watt. Um weiterhin eine relativ einfache Steuerbarkeit aus Mikrocontrollern beziehungsweise integrierten Steuerbausteinen zu ermöglichen, werden als Schalter derzeit MOSFETs (Metall Oxyd Semiconductor Field Effect Transistor) und IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors) eingesetzt. Da beim Feldeffekttransistor die Durchlassverluste mit dem Quadrat des Stroms steigen, und die Chipfläche mit den Durchlassverlusten korreliert zu sein hat, werden MOSFETs bei Strömen oberhalb ein Ampere und mittleren Spannungen von ca. 600 Volt relativ teuer. Bei den IGBTs ergeben sich hingegen große Durchlassverluste. Bei reinen Bipolartransistoren, bei denen die Durchlassverluste zum Strom direkt proportional sind, sind für derartige Randbedingungen konzipierte Bauteile zwar billiger, da sie weniger Chipfläche benötigen, jedoch wirkt sich ihr schlechtes dynamisches Schaltverhalten negativ aus. Da der Kollektorstrom nicht schnell genug abgeschaltet werden kann, ergeben sich durch die zeitlichen Überlappungen mit der Kollektor-Emitter-Spannung hohe Schaltverluste.

Darstellung der Erfindung

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine gattungsgemäße Ansteuererschaltung derart weiterzubilden, dass sie bei mittleren Strömen von ca. 1 bis 10 Ampere geringe Durchlassverluste aufweist, bei zugleich niedrigen Kosten und gegebener Ansteuerbarkeit aus Mikrocontrollern beziehungsweise integrierten Steuerbausteinen.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Ansteuererschaltung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt einerseits die Erkenntnis zu Grunde, dass ein schnelles Schalten erreicht werden kann, wenn ein Niederspannungs-MOSFET in Kombination mit einem Bipolartransistor verwendet wird. Der MOSFET muss daher nur die kleine Steuerspannung für den Bipolartransistor aufbringen und kann daher klein und billig konzipiert werden. Der Bipolartransistor, dessen Verlustleistung nur linear mit dem ihn durchfließenden Strom verknüpft ist, kann zu geringen Kosten für große Ströme dimensioniert werden. Damit sind die Vorteile des MOSFETs - hohe Dynamik und Ansteuerbarkeit aus einer integrierten Schaltung- und die des Bipolartransistors - große, zu einem günstigen Preis verarbeitbare Leistung - optimal miteinander verknüpft.

[0006] Die zweite der Erfindung zu Grunde liegende Erkenntnis besteht darin, dass eine derartige Ansteuererschaltung auf einfache Weise gestartet werden kann, wenn ein Teil der im Lastkreis fließenden Energie in den Eingangskreis des jeweiligen Schalters übertragen wird. Da es sich bei einem Bipolartransistor im Wesentlichen um ein stromgesteuertes Bauelement handelt, muss für ihn ein entsprechender Steuerstrom an der Basis bereitgestellt werden. Hierzu wird im Lastkreis eine Primärwicklung eines Übertragers ausgebildet, dessen Sekundärwicklungen im Eingangskreis jedes Bipolartransistors angeordnet sind und damit die Basis des Bipolartransistors mit Strom versorgen. Zur Verringerung der Durchlassverluste der Bipolartransistoren ist es bevorzugt, den Übertrager so zu dimensionieren, dass der Basisstrom ca. ein Fünftel des Kollektorstroms ausmacht. Bei einer praxisnahen Stromverstärkung von 20 wird der Bipolartransistor als mit dem Faktor 4 übersteuert. Dies resultiert in geringen Durchlassverlusten. Während eine Ansteuerung des Bipolartransistors in Folge der großen benötigten Steuerströme aus einer integrierten Schaltung nicht möglich wäre, ist dies beim MOSFET als ein im Wesentlichen spannungsgesteuertes Bauelement sehr gut möglich.

[0007] Aus dem Stand der Technik sind Kaskodeschaltungen mit einem Bipolartransistor und einem MOSFET-Transistor bekannt, die jedoch für völlig andere Zwecke eingesetzt werden: So ist es aus der EP 0 753 987 D1 bekannt, eine derartige Kaskodeschaltung, bei der die Bipolartransistoren durch im Emitter angeordnete MOSFETs gesteuert werden, zum Abschalten einer Halbbrückenordnung zu verwenden, wenn die

zu betreibende Lampe gealtert ist. In der US 5,998,942, siehe dort die Figur 4, wird ebenfalls eine derartige Kaskodeschaltung verwendet, jedoch liegt hier aufgrund des andersgearteten Einsatzzwecks eine konstante Spannung an der Basis des Bipolartransistors 20 an. In der US 4,894,587, Figur 6, ist ebenfalls eine derartige Kaskodeschaltung dargestellt, bei der jedoch, im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung, keine definierte Ummagnetisierung des Übertragers stattfindet. Um eine Sättigung zu verhindern, dürfte dieser nur kurzfristig eingeschaltet werden, anschließend müsste mindestens die doppelte Zeit gewartet werden, bis sich das Magnetfeld wieder abgebaut hat. Daher wäre eine derartige Schaltungsstruktur in der vorliegenden Erfindung nicht einsetzbar. Verwendet wird überdies nur ein derartiger Schalter zur Realisierung eines Dim-Geräts. Bei der vorliegenden Erfindung beträgt der Duty-Cycle der beiden Schalter der Halbbrücke im Wesentlichen 50 Prozent, so dass sichergestellt ist, dass der Übertrager nicht in Sättigung geht, da er durch den jeweils anderen Transistorstrom ummagnetisiert wird.

[0008] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Diode derart angeordnet ist, dass sie im Falle eines npn-Bipolartransistors ein Abfließen eines positiven Basisstromes über die Sekundärwicklung, im Falle eines pnp-Bipolartransistors ein Abfließen eines negativen Basisstromes über die Sekundärwicklung verhindert. Dies ist von Bedeutung, da ein Abfließen des Basisstromes über die Sekundärwicklung die Ausbildung einer Spannung zwischen der Steuerelektrode des Bipolartransistors und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors verhindern würde und damit die Ausbildung einer genügend hohen Basis-Emitter-Spannung. Parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors kann mindestens eine Diode oder eine Zenerdiode zwischen dem Potential der Steuerelektrode des Bipolartransistors und dem Potential der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors angeordnet sein. Damit liegt zumindest die Spannung am pn-Übergang der Diode als Basis-Emitter-Spannung am pn-Übergang des Bipolartransistors an. Ein Öffnen des Bipolartransistors kann damit sichergestellt werden. Selbiges gilt bei Verwendung einer Zenerdiode.

[0009] Parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors ist weiterhin bevorzugt eine Serienschaltung eines ohmschen Widerstandes und eines Kondensators angeordnet. Damit lässt sich auf einfache Weise kostengünstig der Start der erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung realisieren. Detaillierte Ausführungen hierzu folgen weiter unten. Bevorzugt ist die Steuerelektrode des Feldeffekttransistors mit einer integrierten Treiberschaltung verbunden. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei einem Feldeffekttransistor um ein spannungsgesteuertes Element, das in Folge des geringen Bedarfs an Steuerstrom von einer integrierten Schaltung aus gesteuert werden kann.

[0010] Die Diode oder die Zenerdiode, die parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors zwischen dem Potential der Steuerelektrode des Bipolartransistors und dem Potential der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors angeordnet ist, ist bevorzugt so bemessen, da an ihr eine Spannung von mindestens 1 Volt, bevorzugt ca. 2 Volt, abfällt.

[0011] Die Bezugselektrode des Feldeffekttransistors jedes Schalters ist bevorzugt mit einem ersten Bezugspotential verbunden, während die Steuerelektrode des Bipolartransistors jedes Schalters über einen hochohmigen Widerstand mit einem zweiten Bezugspotential verbunden ist. Dieser Widerstand dient der Zuführung von Ladungsträgern an die Basis des Bipolartransistors, solange die Sekundärwicklung des Übertragers noch keine Ladungsträger in den Eingangskreis einbringt, insbesondere beim Start.

[0012] Bevorzugt ist weiterhin zwischen der Steuerung und der Bezugselektrode des Bipolartransistors jedes Schalters ein ohmscher Widerstand angeordnet. Dieser sorgt dafür, dass der Transistor im abgeschalteten Zustand nicht durch Störpulse zur Unzeit eingeschaltet wird. In einer Kaskode-Schaltung wie vorliegend, kann er auch zum Auf- oder Entladen von parasitären Kapazitäten des Feldeffekttransistors dienen. Schließlich erhöht er auch die Spannungsfestigkeit der Bipolartransistoren.

[0013] Bevorzugt sind die Schalter so ausgelegt, dass sie im Betrieb mit einer Frequenz zwischen 100 Hz und 300 kHz und einer Spannung von 100 bis 1000 Volt betrieben werden können. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Im Nachfolgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beige-fügten Zeichnungen näher beschrieben. Es stellen dar:

Figur 1 in schematischer Darstellung ein Prinzipschaltbild mit einer aus einer Halbbrückenschaltung angesteuerten Lampe;

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Eingangskreises einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung;

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Eingangskreises einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung; und

Figur 4 den zeitlichen Verlauf des Basisstroms, des Kollektorstroms und der Kollektor-Emitter-Spannung bei einem Abschaltvorgang des Schalters der Halbbrückenordnung in einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0015] Figuren 2 und 3 zeigen Ausführungsbeispiele des Eingangskreises E2 von Figur 1 bei einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung. Identische Bauelemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen und werden nur einmal erklärt. Ein Bipolartransistor B2 und ein Feldeffekttransistor F2 in Kaskodeanordnung bilden den Schalter S2. Das Gate des Feldeffekttransistors F2 ist über seinen Anschluss 10 mit dem Ausgang einer integrierten Treiberschaltung verbunden. Ein Transformator, vorzugsweise als Ringkern ausgebildet, befindet sich mit seiner Primärwicklung L_0 im Lastkreis. Sekundärwicklungen sind im jeweiligen Eingangskreis angeordnet, vorliegend die Sekundärwicklung L2 im Eingangskreis E2. Eine Diode D21 verhindert ein Abfließen von Ladungsträgern aus der Basis über die Sekundärwicklung L2. Unter Verwendung eines hochohmigen Widerstands R21, der einerseits mit der Basis des Bipolartransistors B2 verbunden ist, andererseits mit der Zwischenkreisspannung U_{zw} können Ladungsträger an die Basis bereitgestellt werden. Die Basis des Bipolartransistors ist andererseits über eine Parallelschaltung einer Diode D22 und eines andererseits über eine Parallelschaltung einer Diode D22 und eines Widerstands R22 mit dem Bezugspotential verbunden, auf dem die Bezugselektrode des Feldeffekttransistors F2 liegt. Damit lässt sich eine ausreichend große Basis-Emitter-Spannung erzeugen, mit der die Schaltungsanordnung gestartet werden kann. Ein Widerstand R23 dient der Spannungsfestigkeit des zugeordneten Bipolartransistors.

[0016] Ein typischer Wert für R21 ist 1 M Ω , ein typischer Wert für R22 ist 100 Ω . An Stelle der Diode D22 kann auch eine Zenerdiode, selbstverständlich in umgekehrter Anordnung, vorgesehen sein.

[0017] In Figur 3 ist der Serienschaltung aus Sekundärwicklung L2 und Diode D21 einerseits eine Zenerdiode Z2 parallel geschaltet, andererseits die Serienschaltung aus einem Widerstand R22 und einem Kondensator C2. Die Basis des Transistors ist wiederum über einen hochohmigen Widerstand R21 mit der Zwischenkreisspannung U_{zw} verbunden und über einen Widerstand R23 mit der Arbeitselektrode des Feldeffekttransistors F2.

[0018] Wird beispielsweise die Zenerdiode Z2 auf zwei Volt dimensioniert, so wird beim Anlegen der Zwischenkreisspannung U_{zw} der Kondensator C2 über die Widerstände R22 und R21 auf ca. 2 Volt aufgeladen. Beim Einschalten des Feldeffekttransistors F2 über ein geeignetes Signal am Anschluss 10, wodurch der Bipolartransistor B2 öffnet, entlädt sich der Kondensator C2 und führt bei Dimensionierung des Widerstands R22 auf 10 Ω zu einem Basisstrom I_B von 100 mA. Hierdurch wird der Schalter S2 für ein bis zwei μ s eingeschaltet, ein Laststrom I_L beginnt zu fließen und über die Verknüpfung von Primärwicklung L_0 und Sekundärwicklung L2 wird ein Signal in den Eingangskreis E2 eingekop-

pelt, wodurch die Schaltungsanordnung gestartet wird.

[0019] In besonders vorteilhafter Weise wird durch diese Lösung auch das Ausschaltverhalten der Schaltung verbessert. Das Problem besteht nämlich darin, dass beim Abschalten des Feldeffekttransistors F2 der Emitterstrom I_E des Bipolartransistors schlagartig auf Null geht. Da der Kollektorstrom I_C jedoch weiterfließen will, wird die Basis mit Ladungsträgern überschwemmt, was zu langen Ausschaltzeiten führt. Lange Ausschaltzeiten gehen nun aber mit dem Problem einher, dass Kollektorstrom I_C und Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} über einen bestimmten Zeitraum gleichzeitig positive Werte haben. Da das Produkt dieser beiden Größen den Durchlassverlust dominiert, ergeben sich hierdurch unerwünscht hohe Verlustleistungen. Durch die Parallelschaltung von Diode D22 und ohmschem Widerstand R22 in Figur 2 sowie der Zenerdiode Z2 und der Serienschaltung aus Widerstand R22 und Kondensator C2 in der Ausführungsform gemäß Figur 3 wird auf der Basisseite ein niedersator C2 in der Ausführungsform gemäß Figur 3 wird auf der Basisseite ein niederohmiger Zweig zur Masse bereitgestellt. Der Kollektorstrom I_C kann daher nach dem Abschalten des Feldeffekttransistors F2 als negativer Basisstrom $-I_B$ nahezu ungehindert zur Masse weiterfließen. Schnelle Abschaltzeiten sind die Folge. Der Widerstand R23 ist beispielsweise mit 100 Ω dimensioniert und dient dazu sicherzustellen, dass kein Strom abfließen kann, solange der Feldeffekttransistor hochohmig ist.

[0020] In Figur 4 wird dies durch eine grafisch dargestellte Beispielmessung an einem Labormuster bestätigt, wobei die Auflösung des Basisstroms I_B etwa das Hundertfache der Auflösung des Kollektorstroms I_C beträgt. Der Basisstrom I_B sinkt nach dem Ausschalten des Feldeffekttransistors zu sehr großen negativen Werten, nämlich zu $-I_C$ und steigt nach relativ kurzer Zeit wieder auf seinen Nullwert an. Der Kollektorstrom geht nach einigen wenigen Schwingungen ebenfalls auf Null. Die Kollektorspannung U_{CE} steigt an, jedoch erst zu einem Zeitpunkt zu dem der Kollektorstrom I_C bereits sehr weit abgesunken ist. Die Verlustleistung, siehe beispielsweise den mit P markierten Punkt, der das Maximum definiert, fällt sehr gering aus. Bezulinie A kennzeichnet die Nulllinie für den Kollektorstrom I_C , Bezulinie D die Nulllinie für den Basisstrom I_B .

[0021] Die Figuren 2 und 3 zeigen beispielhaft den Eingangskreis E2. Für den Fachmann ist offensichtlich, dass der Eingangskreis E1 in entsprechender Weise symmetrisch hierzu auszulegen ist.

Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für den Betrieb mindestens einer Lampe (La) in einem dazugehörigen Lastkreis, in dem die Anschlüsse für die mindestens eine Lampe angeordnet sind, mit zwei Schaltern (S1, S2) in Halbbrückenanordnung, wobei jeder Schal-

ter (S1, S2) in Kaskodeschaltung einen Bipolartransistor (B2) mit einer Steuer-, einer Arbeits- und einer Bezugselektrode und einen Feldeffekttransistor (F2) mit einer Steuer-, einer Arbeits- und einer Bezugselektrode umfasst, wobei der Mittelpunkt der Halbbrückenordnung mit dem mindestens einen Lastkreis gekoppelt ist, und jede derartige Kaskodeschaltung einen Eingangskreis (E1, E2) aufweist, in dem parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors (B2) und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) die Serienschaltung einer Diode (D21) und einer Sekundärwicklung (L2) eines Übertragers angeordnet ist, dessen Primärwicklung (L₀) derart im Lastkreis angeordnet ist, dass sie im Betrieb der mindestens einen Lampe (La) vom Lastkreisstrom (I_L) durchflossen wird.

2. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Diode (D21) derart angeordnet ist, dass sie im Falle eines npn-Bipolartransistors (B2) ein Abfließen eines positiven Basisstromes (I_B) über die Sekundärwicklung (L2), im Falle eines pnp-Bipolartransistors ein Abfließen eines negativen Basisstromes über die Sekundärwicklung verhindert. 25
3. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors (B2) und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) mindestens eine Diode (D22) oder eine Zenerdiode (Z2) zwischen dem Potential der Steuerelektrode des Bipolartransistors (B2) und dem Potential der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) angeordnet ist. 30 35
4. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass parallel zur Steuerelektrode des Bipolartransistors (B2) und der Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) eine Serienschaltung eines ohmschen Widerstandes (R22) und eines Kondensators (C2) angeordnet ist. 40 45
5. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerelektrode des Feldeffekttransistors (F2) mit einer integrierten Treiberschaltung verbunden ist. 50
6. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Duty-Cycle der beiden Schalter (S1, S2) der Halbbrücke im wesentlichen 50 Prozent be- 55

trägt.

7. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Diode (D22) oder die Zenerdiode (Z2) so bemessen ist, dass an ihr eine Spannung von mindestens 1 V, bevorzugt ca. 2 V, abfällt. 5
8. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bezugselektrode des Feldeffekttransistors (F2) jedes Schalters (S1, S2) mit einem ersten Bezugspotential verbunden ist und die Steuerelektrode des Bipolartransistors mindestens eines Schalters über einen hochohmigen Widerstand (R21) mit einem zweiten Bezugspotential (U_{ZW}) verbunden ist. 10 15
9. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Steuer- und der Bezugselektrode des Bipolartransistors (B2) jedes Schalters (S1, S2) ein ohmscher Widerstand (R23) angeordnet ist. 20 25
10. Ansteuerschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schalter (S1, S2) ausgelegt sind, im Betrieb mit einer Frequenz zwischen 100 Hz und 300 kHz und einer Spannung von 100 bis 1000 V betrieben zu werden. 30 35

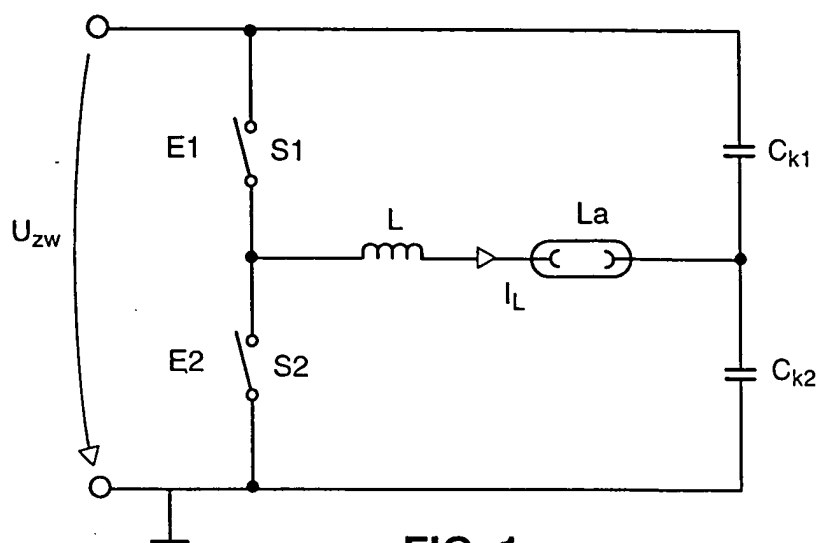


FIG. 1

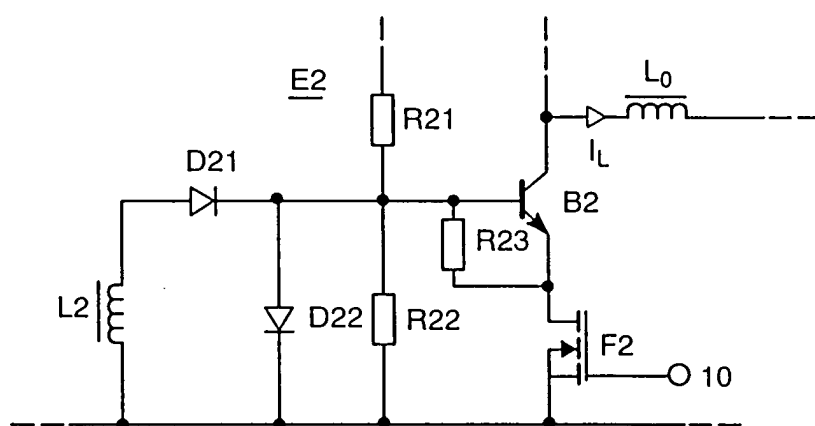


FIG. 2

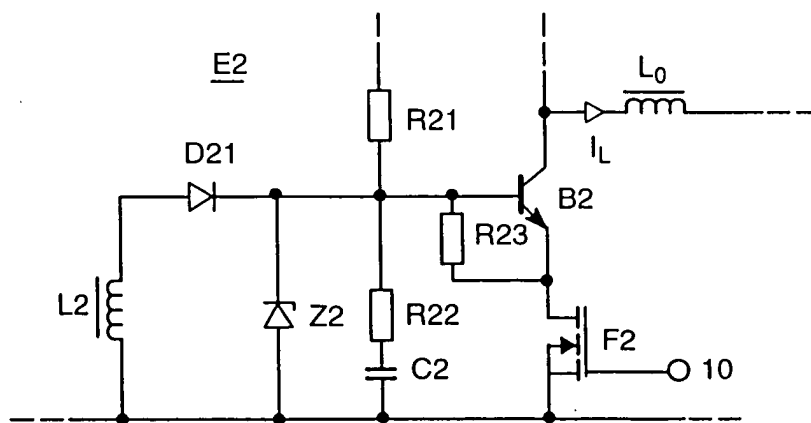


FIG. 3

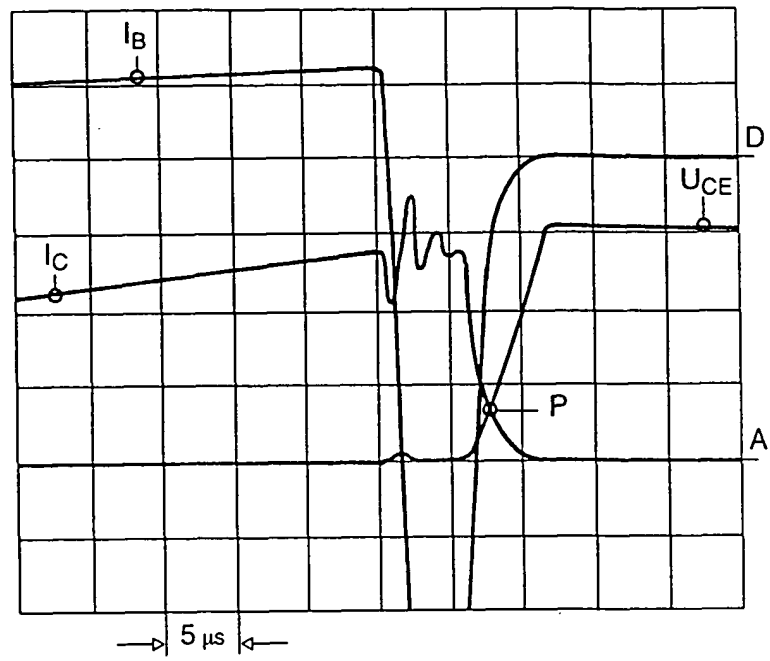


FIG. 4