CH 683051 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 683051 A5

(51) Int. Cl.[5]: H 03 K 17/10
H 01 H 33/59

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 3314/91

(22) Anmeldungsdatum: 14.11.1991

(30) Priorität(en): 15.12.1990 DE 4040165

(24) Patent erteilt: 31.12.1993

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.12.1993

(73) Inhaber:
Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt (DE)

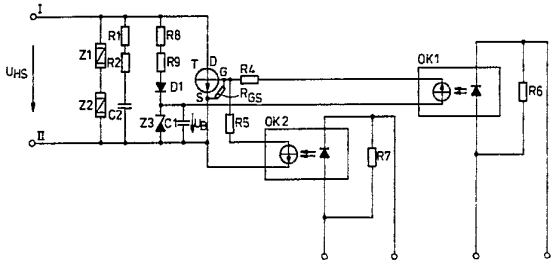
(72) Erfinder:
Horneff, Hans, Darmstadt (DE)

(74) Vertreter:
Rottmann, Zimmermann + Partner AG, Zürich

(54) Hochspannungsschalter.

(57) Der erfindungsgemässe Hochspannungsschalter ist ein elektronischer Schalter ohne externe Spannungsversorgung, der rückwirkungsfrei, vom Hochspannungspotential abgekoppelt bedienbar ist. Für höhere Potentialdifferenzen sind solche Schalter kaskadierbar.

Wesentlich jedoch ist, dass der Hochspannungsschalter durch die Beschaltungsmassnahmen so sehr schnell vom sperrenden in den leitenden und umgekehrt, vom leitenden in den sperrenden Zustand versetzt werden kann. Die Ansteuerung der Schaltstrecken erfolgt dabei rückwirkungsfrei.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Hochspannungsschalter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Kaskade die aus solchen Hochspannungsschaltern aufgebaut ist.

In der Hochspannungselektronik wurden früher die Schaltstrecken von Hochspannungsschaltern mit Elektronenröhren z.B. Thyratrons oder anderen Röhrentypen aufgebaut. Hierzu waren aufwendige Einrichtungen wie Heizung und Gitterversorgung nötig, die ständig einen Wartungsaufwand erforderten. Ausserdem unterlagen sie ganz einfach starkem Verschleiss.

Schaltzeiten, insbesondere Abschaltzeiten langer Dauer mussten aufgrund der Geometrie des Schalters bzw. der zu beherrschenden Spannung in Kauf genommen werden.

Bessere Schaltzeiten erzielt man mit Halbleiterbauelementen. Sie lassen sich einfach ansteuern und sind praktisch wartungsfrei. Allerdings müssen sie zur Beherrschung hoher Spannungen kaskadiert werden und darum mit unterschiedlichen, eben verträglichen Spannungsniveaus angesteuert werden. Dies kann mittels Wechselspannung durch Trenntransformatoren geschehen, wie in der DE-PS 3 229 426 anhand einer aus zwei zu einer Kaskade geschalteten Schaltstrecken beschrieben wird. Bei Gleichstromansteuerung müssen Optokoppler verwendet werden. Diese benötigen eine Betriebsspannung, die je nach Schaltstreckenpotential kaskadiert werden muss. Die Betriebsspannung ist durch Trenntransformatoren einstellbar. Hierüber handelt man sich aber kapazitive und induktive Verkopplungen zwischen den Kaskadenstufen ein, die zu Störungen, wie parasitäre Schwingungen führen und ein solches System enorm verkomplizieren, ja unter Umständen unbrauchbar machen.

Die Siemens AG beschritt einen ersten Weg, um solche Problematiken zu umgehen und entwickelte hierzu Feldeffekttransistortreiber, die unter der Bezeichnung BSA 21 und BSA 22 geführt werden. Diese Bauelemente sind für gewisse Belange jedoch zu langsam. Darüber hinaus haben sie nur eine Isolationsprüfspannung von 2800 Volt, wodurch Schaltstreckenkaskaden von nur einigen hundert Volt möglich sind.

Ein Hochspannungsschalter, der aus kasdadierten optoelektronischen Halbleiterelementen, also Schaltstrecken, besteht, wird in der DE-OS 3 731 412 beschrieben. Zur Spannungssymmetrierung liegt dabei parallel zu jeder Schaltstrecke ein Symmetrierelement. Die Ansteuerung einer Schaltstrecke erfolgt über eine Photodiode. Die Photodioden einer Kaskade liegen in Reihe, so dass bei einem Stromimpuls durch sie die Schaltstrecken gleichzeitig durchgeschaltet werden. Die offensichtliche Kombination Photodiode als Ansteuerelement und bipolarer Phototransistor ermöglicht ein schnelles Einschalten des angesteuerten Phototransistors, wobei in diesem offenbarten Schaltungsbeispiel eine Abhängigkeit zwischen Photodiodenstrom und Schaltstrom zum Phototransistor besteht. Ein ebenso rasches Ausschalten des Schaltstromes ist mit dieser Schaltung nicht gegeben und vom Anwendungsfall her auch nicht zwingend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochspannungsschalter der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art derart weiterzubilden, dass die Potentiale hochgenauer, bipolarer Hochspannungsgeräte, deren Werte innerhalb kürzester Zeit eingestellt bzw. auf einen neuen Wert eingestellt werden können, sehr schnell an eine kapazitive Last gelegt und davon getrennt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die Ansprüche 3 bis 6 geben vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Hochspannungsschalters wieder.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, dass ein kaskadenartig aufgebauter Hochspannungsschalter über Optokoppler angesteuert wird, und hierzu zum schnellen Einschalten eine Betriebsspannung unmittelbar an der Beschaltung der zugehörigen Schaltstrecke abgegriffen wird. Zum schnellen Abschalten bzw. Sperren der Schaltstrecke wird über einen zweiten Optokoppler die Kapazität zwischen Schaltstreckenansteuerungspol und Schaltstreckenausgangspol rasch entladen. Der Hochspannungsschalter ist dadurch schnell, zuverlässig und rückwirkungsfrei schaltbar.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Hochspannungsschalter mit einer Schaltstrecke;

Fig. 2 Hochspannungsschalter aus kaskadierten Schaltstrecken;

Den gundsätzlichen Aufbau eines erfindungsgemässen, elektronischen Hochspannungsschalters bzw. einer Schaltstrecke I–II zeigt Fig. 1. Die positive Potentialdifferenz U_{HS} liegt zunächst bei sperrendem Feldeffekttransistor T an den Klemmen I und II an bzw. wird darüber auf- oder abgebaut, wofür die Reihenschaltung der Widerstände R1 und R2 mit der Kapazität C2 eine bestimmende Zeitkonstante bilden. Die Schaltstrecke I–II ist durch die Bauelemente Z_1 und Z_2 auf eine definierte Potentialdifferenz zwischen den Klemmen I und II begrenzt.

Der Abgriff an der Zenerdiode Z3 lädt den Kondensator C1 auf die für die Schaltstrecke I–II notwendige Betriebsspannung U_B auf.

Durch potentialgetrennte Erregung der Photodiode in dem Optokoppler K1 wird der Phototransistor darin leitend, wodurch das Gate G des Feldeffekttransistors T an das Betriebsspannungspotential U_B zu liegen kommt und die Schaltstrecke I–II leitend wird.

Während der Erregung der Photodiode in dem Optokoppler K1 bleibt die Photodiode in dem Optokoppler OK2 unerregt. Diese wird potentialgetrennt erregt, wenn die Schaltstrecke I–II in den gesperrten Zustand gesteuert wird. Dann nämlich wird die

gate-source-Kapazität CGS über den Optokoppler OK2 entladen. Das Begrenzungselement R_{GS} dient zum Schutz der gate-source-Strecke.

Bei diesen Umschaltvorgängen vermeidet die Diode D1 in Reihe zu dem Symmetrierwiderstand R8, R9 einen Stromrückfluss aus dem Kondensator C1.

Durch die Optokoppler K1 und K2 ist eine elektrische Entkopplung zwischen Ein- und Aus-Betätigung und Ansteuerung des Feldeffekttransistor T rückwirkungsfrei erreicht.

Die Schaltstrecke I–II ist ausgelegt, etwa 700 Volt an elektrischer Potentialdifferenz U_{HS} aufrechtzuerhalten. Höhere Potentialdifferenzen werden durch Hintereinanderschalten mehrerer solcher Hochspannungsschalter möglich. Den schaltungstechnischen Aufbau zeigt Fig. 2.

Durch gleichzeitig gleichartiges Erregen der jeweiligen Photodioden in den Optokopplern OK1 werden die Schaltstrecken I–II in den Transistoren leitend. Gleichzeitig sind die Photodioden in den jeweiligen Photodioden der Optokoppler OK2 nicht er regt. Für das Sperren der Schaltstrecken I–II ist die Erregung der Photodioden in den Optokopplern (OK1/OK2) umgekehrt. Es gilt das für Fig. 1 beschriebene entsprechend für die Transistoren T.

Die Ableitung der Betriebsspannung U_B erfolgt in jeder Stufe direkt für die zugehörige Schaltstrecke I–II bzw. den zugehörigen Transistor T. Auch bei der Kaskadierung ist so eine Entkopplung zwischen den Betriebsspannungen und den Ein- und Ausschaltströmen durch die Photodioden in den Optokoppler OK1 rückwirkungsfrei erreicht.

Patentansprüche

1. Hochspannungsschalter, mit einer Schaltstrekke, wobei zur Spannungssymmetrierung an kaskadenartig aneinander gereihten Schaltstrecken parallel zur Schaltstrecke ein Symmetrierelement geschaltet ist, und die Ansteuerung der Schaltstrecke über einen Optokoppler erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass
– zur Schaltstrecke (I–II) ein Spannungsbegrenzungselement (Z3) mit zu ihm parallelem Kondensator (C1) in Reihe zu dem jeweiligen Symmetrierelement (R8, R9) und einem Stromventil (D1) geschaltet ist, wodurch bei ausreichender Potentialdifferenz über der Schaltstrecke (I–II) durch sie in dem Kondensator (C1) eine Betriebsspannung bereitgestellt wird und dadurch ein jeweiliges Schaltelement (T) des Hochspannungsschalters durch Anlegen der Betriebsspannung (Ub) an seinen Ansteuerpol (G) über den potentialtrennenden Optokoppler (OK1) schnell vom sperrenden in den leitenden Zustand steuerbar ist,
– zur Schaltstrecke (I–II) ein zweiter Optokoppler (OK2) zwischen dem Ansteuerpol (G) und dem Schaltstreckenausgangspol (S) des Schaltelements geschaltet ist, damit beim Überführen der Schaltstrecke (I–II) in den sperrenden Zustand die Kapazität (CGS) zwischen Ansteuerpol (G) und Schaltstreckenausgangspol (S) schnell entladbar ist,

2. Kaskade mit Hochspannungsschaltern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerleitungen der ersten bzw. zweiten Optokoppler kaskadenartig in Serie geschaltet sind.

3. Hochspannungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Schaltstrecke (I–II) mit vernachlässigbarem Energieaufwand vom sperrenden in den leitenden Zustand und umgekehrt über die potentialtrennenden Optokoppler (OK1/OK2) steuerbar ist.

4. Hochspannungsschalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jede Schaltstrecke (I–II) durch Spannungsbegrenzungselemente (Z1, Z2) auf eine definierte Spannung begrenzt wird.

5. Hochspannungsschalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem aus Widerständen bestehenden Symmetrierelement einer Schaltstrecke jeweils eine Diode (D1) in Reihe geschaltet ist, die einen Stromrückfluss, getrieben durch die am Kondensator (C1) erzeugte Betriebsspannung (U_B), beim Schalten verhindert.

6. Hochspannungsschalter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Strom für das Betreiben der Schaltstrecke (I–II) ein Bruchteil des Stromes durch das zugehörige Symmetrierelement (R8, R9) ist.

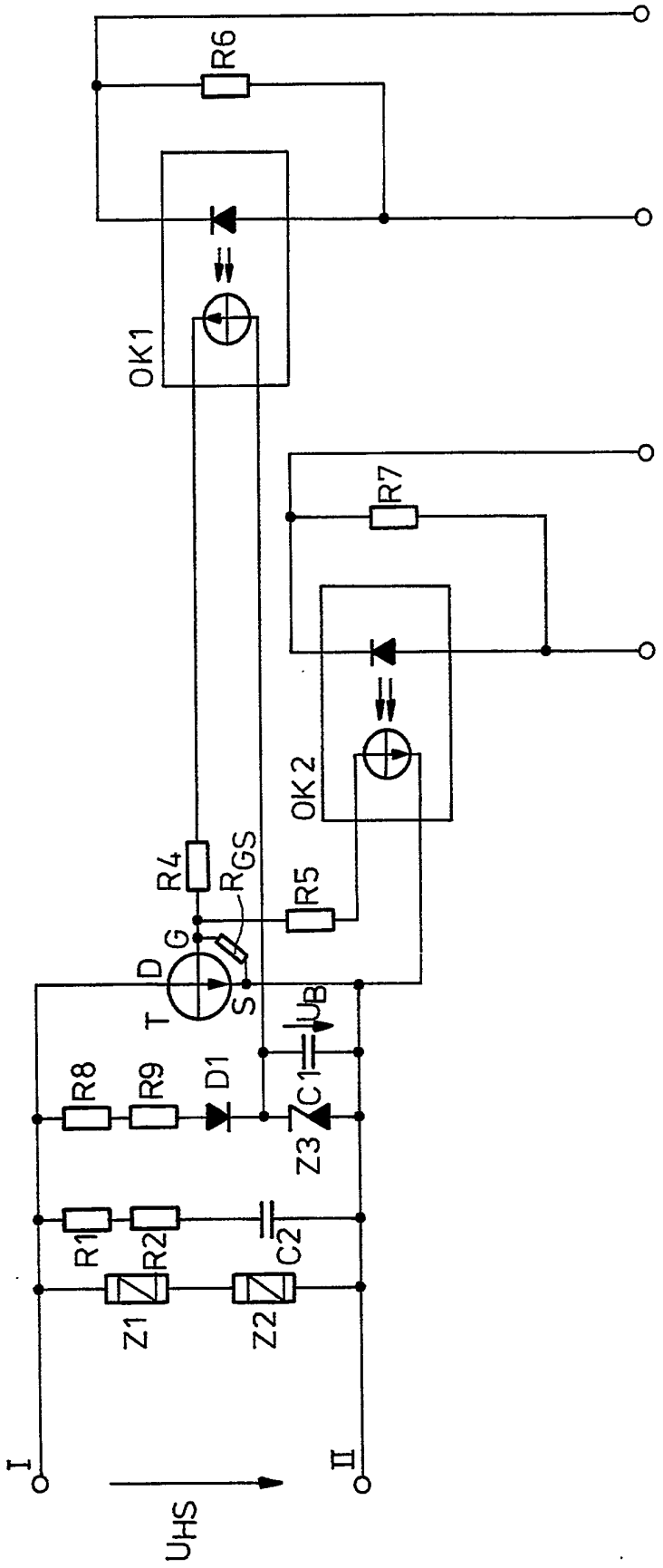


Fig. 1

Fig. 2

