

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89119039.9

51 Int. Cl.⁵: H02M 3/155

22 Anmeldetag: 13.10.89

30 Priorität: 22.12.88 DE 3843260

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.90 Patentblatt 90/26

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

71 Anmelder: **ANT Nachrichtentechnik GmbH**
Gerberstrasse 33
D-7150 Backnang(DE)

72 Erfinder: **Katz, Hanspeter, Dipl.-Ing.**
Landhausstrasse 41
D-7000 Stuttgart 1(DE)
Erfinder: **Ohms, Franz, Dipl.-Ing.**
Reuteweg 14
D-7163 Oberrot(DE)

54 **Anordnung zum Regeln des Stromes durch einen Verbraucher sowie Anwendung.**

57 Zur Regelung des Stromes (IV) durch einen Verbraucher (RV) wird üblicherweise ein Stellglied in Form eines Transistors (TS1) verwendet. Die Steuerung dieses Stellgliedes (TS1) erfolgt in Abhängigkeit einer vom Verbraucherstrom abgeleiteten Größe.

Bei der Anordnung gemäß der Erfindung wird das Source/Emitter-Potential des Stellglied-Transistors (TS1) mittels einer Stromquelle (IC1, R1) so verstellt, daß ein vorgegebener Strom durch den Stellglied-Transistor (TS1) fließt. Hierzu ist ein Stromwandler (TR1) im Verbraucherstromkreis vorgesehen, über den der Steuerstrom für die Stromquelle (IC1, R1) bereitgestellt wird. Auch wird über diesen Stromwandler (TR1) ein konstantes Gate/Basis-Potential für das Transistor-Stellglied (TS1) gewonnen.

Vorzugsweise eignet sich diese Anordnung zur Katodenstromregelung für Wanderfeldröhren.

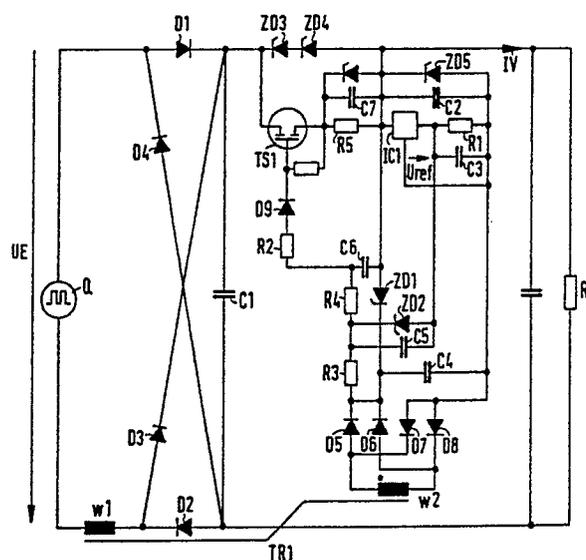


FIG. 1

EP 0 374 400 A2

Anordnung zum Regeln des Stromes durch einen Verbraucher sowie Anwendung

Die Erfindung geht aus von einer Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Anwendung hierzu.

In der deutschen Patentanmeldung P 37 41 222.1 wurde vorgeschlagen, zur potentialfreien Auswertung des Stromes in einem Lastkreis einen Stromsensor (Stromwandler) vorzusehen, wobei die Stromversorgung der Auswerteeinrichtung aus der mit dem Stromsensor erfaßten und gleichgerichteten Größe erfolgte.

Aus Tietze/Schenk "Halbleiter-Schaltungstechnik", 2. Auflage, 1971, Seiten 338 bis 340, ist es bekannt, zur Stromregelung ein Stellglied in Form eines Transistors im Verbraucherstromkreis einzusetzen. Zur Stromregelung/Strombegrenzung wird dort über einen Meßwiderstand der Kollektor- oder Emitterstrom gemessen und der Basisstrom entsprechend nachgesteuert.

Die US PS 46 88 162 zeigt eine Anordnung zum Regeln des Stromes durch einen Verbraucher, bei der die von einer Wechselspannungsquelle abgegebene Spannung über einen Gleichrichter und über einen in Abhängigkeit vom quellen- und verbraucherseitigen Strom geregelten Schaltregler einen Verbraucher mit Strom versorgt. Der quellen- und verbraucherseitige (Wechsel-) Strom wird mit einem Stromsensor erfaßt und nach entsprechender Umformung mit dem Verbraucherstrom verglichen. Die hieraus abgeleitete Regelabweichung dient zur Steuerung des Stellgliedes des Schaltreglers mit dem Ziel, den Leistungsfaktor der Anordnung und den Verlauf des quellen- und verbraucherseitigen Stroms zu verbessern, vgl. insbesondere die Zusammenfassung und Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 43 mit Fig. 1.

Die DE 31 30 571 C2 zeigt eine Anordnung in Form eines Durchflußwandlers zum Regeln des Stromes durch einen Verbraucher R, bei der ein Stromsensor Dr potentialfrei eine zum Verbraucherstrom proportionale Spannung abgibt, die nach entsprechender Gleichrichtung als Versorgungsspannung für den Steuer- und Regelteil des Durchflußwandlers dient, vgl. insbesondere den Patentanspruch und die Figur.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Anordnung ausgehend vom Oberbegriff des Patentanspruches 1 so auszubilden, daß eine schnelle Stromregelung möglich ist, wobei die Regelschaltung selbst potentialfrei vom Verbraucherstromkreis sein soll. Außerdem soll eine vorteilhafte Anwendung angegeben werden. Diese Aufgabe wird bezüglich der Anordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst und bezüglich der Anwendung durch die Merkmale des Patentanspruches 4. Die Ansprüche 2 und 3 zeigen Ausgestaltungen der Anordnung auf.

Die Anordnung gemäß der Erfindung ermöglicht es, den zu regelnden Strom potentialfrei zu erfassen, der Regelschaltung - auf beliebigem Potential - die nötige Versorgungsspannung zur Verfügung zu stellen und ein schnelles Regelverhalten, insbesondere durch den Einsatz einer Emitter- bzw. Source-Potential-Steuerung mit Hilfe eines integrierten Spannungsreglers und eines Strommeßwiderstandes als Stromquelle, zu erreichen. Die Erfindung eignet sich zum Einsatz in Hochspannungsstromversorgungen, insbesondere zur Kathodenstromregelung für Wanderfeldröhren. Durch den einfachen Aufbau und der Zuverlässigkeit der Anordnung ist sie zum Einsatz in Satelliten geeignet.

Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Stromregelordnung mit einem Feldeffekttransistor als Stellglied,

Fig. 2 eine Stromregelordnung mit einer Transistorkaskade als Stellglied,

Fig. 3 eine Kathodenstromregelung für eine Wanderfeldröhre.

Der in Fig. 1 dargestellte Verbraucher RV wird über die Stromregelordnung aus einer Stromversorgungsquelle Q gespeist. Die Stromversorgungsquelle Q ist hier als Wechselspannungsquelle ausgebildet. Sie ist beispielsweise gegeben durch die Spannung an der Sekundärwicklung des Transformators eines Gegentaktwandlers. Die von der Wechselspannungsquelle Q gelieferte Spannung UE wird über eine Diodenbrückenschaltung D1 - D4 gleichgerichtet und mittels des Kondensators C1 geglättet. Über das Stellglied TS1, hier als MOS-Feldeffekttransistor ausgebildet, wird der Verbraucher RV aus der gleichgerichteten und geglätteten Versorgungsspannung gespeist. Mit einem in der Rückleitung für den Verbraucherstrom IV zwischen der Wechselspannungsquelle Q und dem Gleichrichter D2 angeordneten Stromsensor TR1 wird der Verbraucherstrom IV erfaßt. Der Stromsensor TR1 besteht hier aus einem Stromwandler mit Potentialtrennung, an dessen Sekundärwicklung w2 eine zum Verbraucherstrom IV proportionale Größe erscheint. Aus der proportionalen Größe werden die zur Regelung erforderlichen Versorgungs- und Regelspannungen gewonnen und auch die Steuerung des Stellgliedes TS1 vorgenommen. Die an der Sekundärwicklung w2 des Stromwandlers TR1 erscheinende Spannung wird mittels der als Diodenbrückenschaltung D5 - D8 ausgebildeten Gleichrichterschaltung gleichgerichtet. Zwischen der Pluspotential führenden Klemme der Gleichrichterschaltung D5 - D8 und dem Gateanschluß des MOS-Feldeffekttransistors TS1 befindet sich

die Serienschaltung, bestehend aus den Widerständen R3, R4, R2 und der Diode D9. Die Diode D9 ist derart gepolt, daß bei von der Gleichrichterschaltung geliefertem Pluspotential der MOS-Feldeffekttransistor TS1 leitend steuerbar ist. Der Widerstand R2 stellt den Gate-Widerstand des MOS-Feldeffekttransistors dar. Der Widerstand R3 bildet zusammen mit dem Kondensator C6 ein Glättungsfilter. Der Widerstand R3 erzeugt zusammen mit der Zenerdiode ZD2 und dem Kondensator C5 ein konstantes, d.h. vom Verbraucherstrom unabhängiges Gatepotential. Die Anode der Zenerdiode ZD2 ist am Verbindungspunkt eines integrierten Spannungsreglers IC1 und Strommeßwiderstand R1 angeschlossen. Die Sourceelektrode des MOS-Feldeffekttransistors ist über einen Sourcegegenkopplungswiderstand R5 sowohl mit dem Verbraucher RV als auch über die aus der Serienschaltung des integrierten Spannungsreglers IC1 und dem Strommeßwiderstand R1 bestehende Stromquelle mit der Minuspotential führenden Klemme der Gleichrichterschaltung D5 - D8 verbunden. Der mit dem Stromwandler TR1 erfaßte und gleichgerichtete Strom fließt über den aus einer Zenerdiode ZD1 gebildeten Strompfad - zwischen der Pluspotential führenden Klemme der Gleichrichterschaltung D5 - D8 und Sourcegegenkopplungswiderstand R5 - und über die Serienschaltung, bestehend aus Spannungsregler IC1 und Strommeßwiderstand R1, zum Stromwandler TR1 zurück. Der Spannungsregler IC1 regelt durch das Verstellen des Sourcepotentials den Spannungsabfall über dem Stelltransistor - MOS-Feldeffekttransistor TS1 - bis sich der durch den Strommeßwiderstand R1 vorgegebene Strom einstellt, d.h. der Verbraucherstrom IV proportional zum Strom durch den Strommeßwiderstand R1 wird. Für den Verbraucherstrom IV gilt dann:

$$IV = \ddot{u} \cdot U_{ref} / R1,$$

wobei

\ddot{u} das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers TR1 und U_{ref} die Referenzspannung des Spannungsreglers IC1 bezeichnet.

Die Drain-Source-Strecke des Stelltransistors TS1 ist durch eine oder mehrere Zenerdioden ZD3 (ZD4) überbrückt, um sie vor zu hohen Sperrspannungen zu schützen. Die Zenerdiode ZD5 schützt den integrierten Spannungsregler IC1 vor Überspannungen. Die Kondensatoren C2, C3, C4 und C7 erlauben es, den gewünschten Betrag und Phasenverlauf des Reglers einzustellen. Anstelle eines MOS-Feldeffekttransistors kann auch ein Bipolartransistor als Stellglied verwendet werden. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist das Stellglied als Transistorkaskade, bestehend aus den beiden Bipolartransistoren TS1 und TS2, deren Kollektor-Emitterstrecken in Serie geschaltet sind, ausgebildet. Die Regelung arbeitet wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit dem Unterschied, daß die

Transistoren TS1 und TS2 versetzt durchsteuerbar sind, was einen größeren Regelhub zuläßt. Die Basispotentiale beider Transistoren TS1 und TS2 werden über die Zenerdiode ZD2 und die Widerstände R3 und R4 konstant gehalten. Wenn der Strom durch den Strommeßwiderstand R1 klein ist, fließt der Verbraucherstrom IV zuerst über die den Kollektor-Emitterstrecken der Transistoren TS1 und TS2 parallel geschalteten Zenerdioden ZD6, ZD7, ZD3 und ZD4. Der Regelhub beträgt dann 2 · UCE. (UCE = Kollektor-Emitterspannung eines Transistors). Wird das Emitterpotential der Kaskade (Emitter von TS1) erniedrigt, wird zuerst der Transistor TS1 leitend gesteuert. Die Zenerdioden ZD3 und ZD4 werden stromlos. Der Verbraucherstrom IV fließt dann über die Zenerdioden ZD6, ZD7 und die Kollektor-Emitterstrecke des Transistors TS1. Der Regelhub liegt dann zwischen UCE und 2UCE. Erniedrigt sich das Emitterpotential von Transistor TS1 noch weiter, wird zusätzlich der Transistor TS2 leitend und die Zenerdioden ZD3 und ZD4 werden stromlos. In diesem Falle liegt der Regelhub zwischen 0 und U_{CE} .

Fig. 3 zeigt eine Anordnung zur Katodenstromregelung einer Wanderfeldröhre bei serieller Spannungserzeugung; d.h. die Versorgungsspannungen für Katode Ka, Anode An, Kollektor Co und Helix Hx, die durch Gleichrichtung aus den Impulsspannungen UE1, UE2 und UE3 gewonnen werden, sind seriell aufeinander aufgestockt. Die Primärwicklung w1 des Stromsensors TR1 erfaßt nun den in der gemeinsamen Stromrückleitung der Wanderfeldröhre fließenden Gesamtstrom IG.

Ansprüche

1. Anordnung zum Regeln des Stromes durch einen Verbraucher mit folgenden Merkmalen:
 - a) eine Wechselspannungsquelle (Q) speist über einen ersten Gleichrichter (D1 bis D4) und einen Regler einen Verbraucher (RV) mit Gleichstrom,
 - b) der Regler ist linear mit einem Stellglied (TS1) in Reihe zum Verbraucher (RV),
 - c) ein zwischen der Wechselspannungsquelle (Q) und dem ersten Gleichrichter (D1 bis D4) sich befindender Stromsensor (TR1) gibt potentialfrei eine stromproportionale Größe ab;
 - d) die stromproportionale Größe wird durch einen zweiten Gleichrichter (D5 bis D8) gleichgerichtet und speist parallel
 - d1) einen ersten Stromkreis, bestehend aus der Serienschaltung eines ersten Konstantspannungselements (ZD1), eines Hilfsspannungsreglers (IC1) und eines Strommeßwiderstandes (R1),
 - d2) einen zweiten Stromkreis, bestehend aus der Serienschaltung eines Widerstandes (R3), eines zweiten Konstantspannungselements (ZD2) und

des Strommeßwiderstandes (R1);

e) der Hilfsspannungsregler (IC1) steht in Steuerabhängigkeit vom Spannungsabfall am Strommeßwiderstand (R1);

f) der Schaltungspunkt zwischen dem ersten Konstantspannungselement (ZD1) und dem Hilfsspannungsregler (IC1) steht mit einem der Verbraucherstrom führenden Anschlüsse des Stellgliedes (TS1) in Verbindung; 5

g) der Schaltungspunkt zwischen dem ersten Widerstand (R3) und dem zweiten Konstantspannungselement (ZD2) steht mit dem Steueranschluß des Stellgliedes (TS1) in Verbindung, 10

wobei die Merkmale a) und c) den Oberbegriff und die übrigen Merkmale des Kennzeichens bilden. 15

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied aus einem durch mindestens eine Zenerdiode (ZD3) überbrückten Bipolar- oder Feldeffekt-Transistor (TS1) besteht.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied aus einer Transistorkaskade (TS1, TS2) besteht, deren den Verbraucherstrom führende Strecken durch jeweils mindestens eine Zenerdiode (ZD3, ZD4) überbrückt sind, wobei die Kaskade so dimensioniert ist, daß jedes Kaskadenelement versetzt zum nächstfolgenden durchsteuerbar ist. 20 25

4. Anwendung der Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Regelung des Kathodenstromes einer Wanderfeldröhre bei serieller Elektroden-Spannungserzeugung, wobei die Primärwicklung (w1) des als Stromwandlers ausgebildeten Stromsensors (TR1) in die gemeinsame Stromrückleitung der Wanderfeldröhre zwischen die Speisequelle (Q) und die für Hochspannung ausgelegten ersten Gleichrichter (D1 bis D4) geschaltet ist. 30 35

40

45

50

55

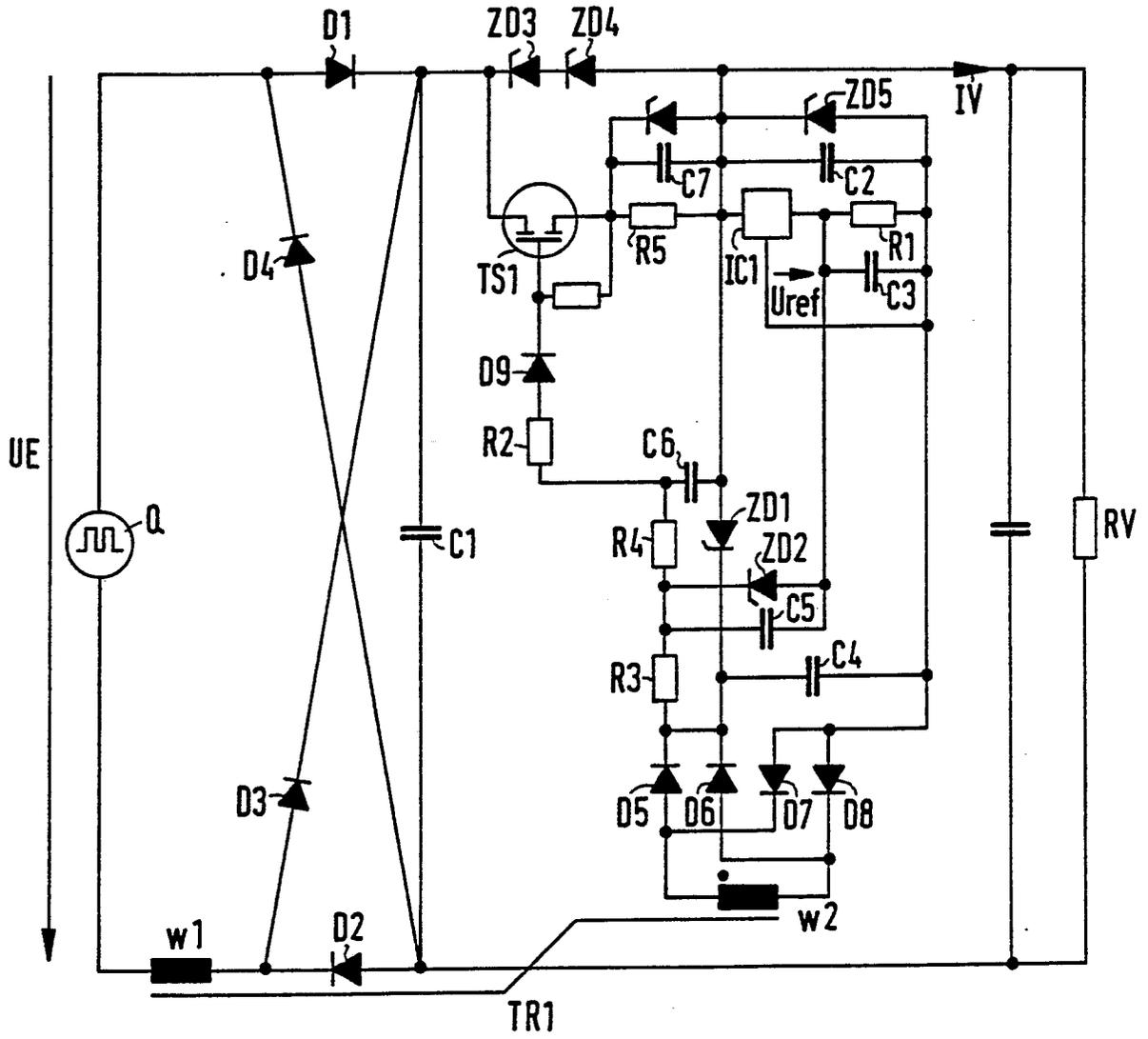


FIG. 1

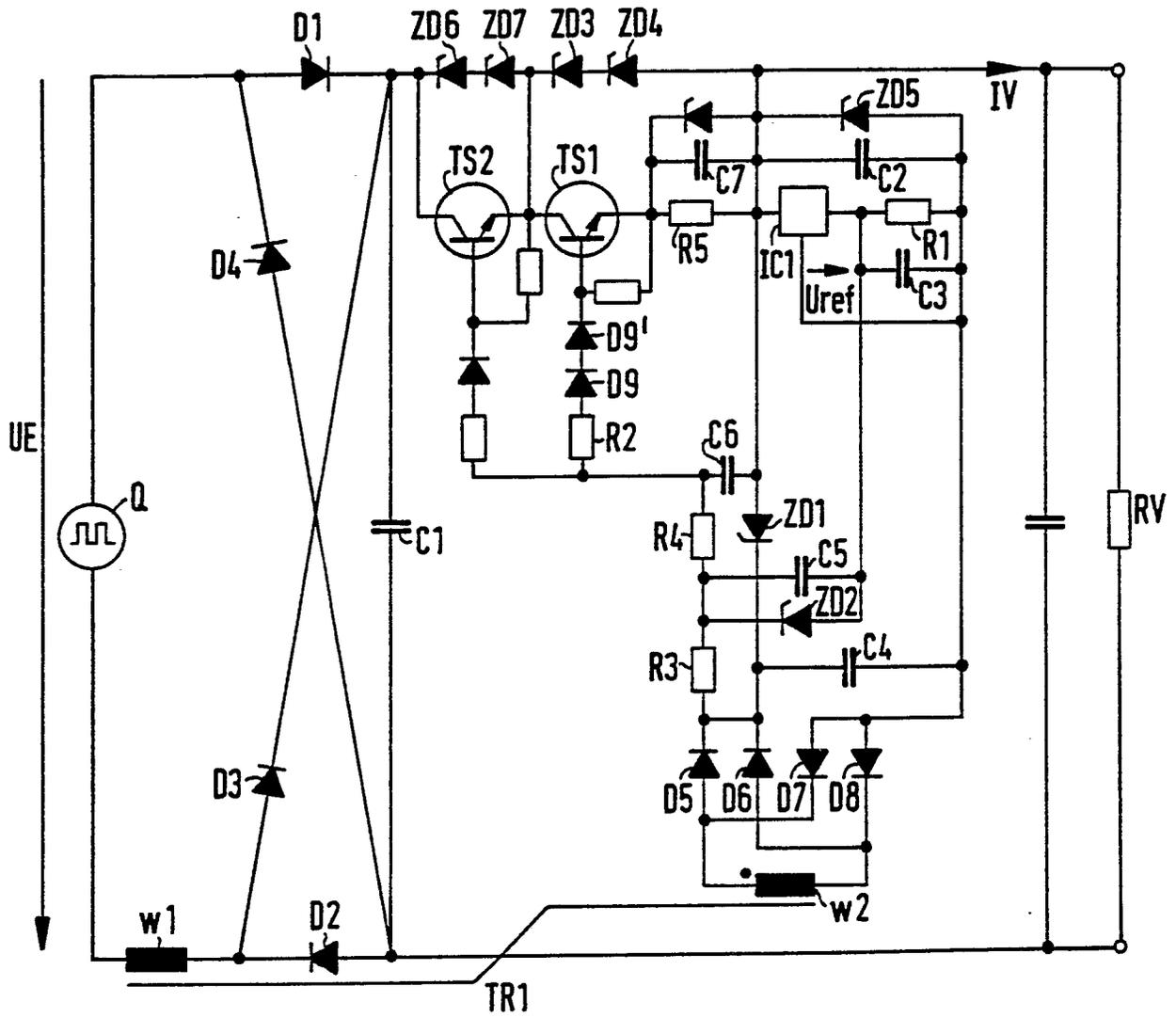


FIG. 2

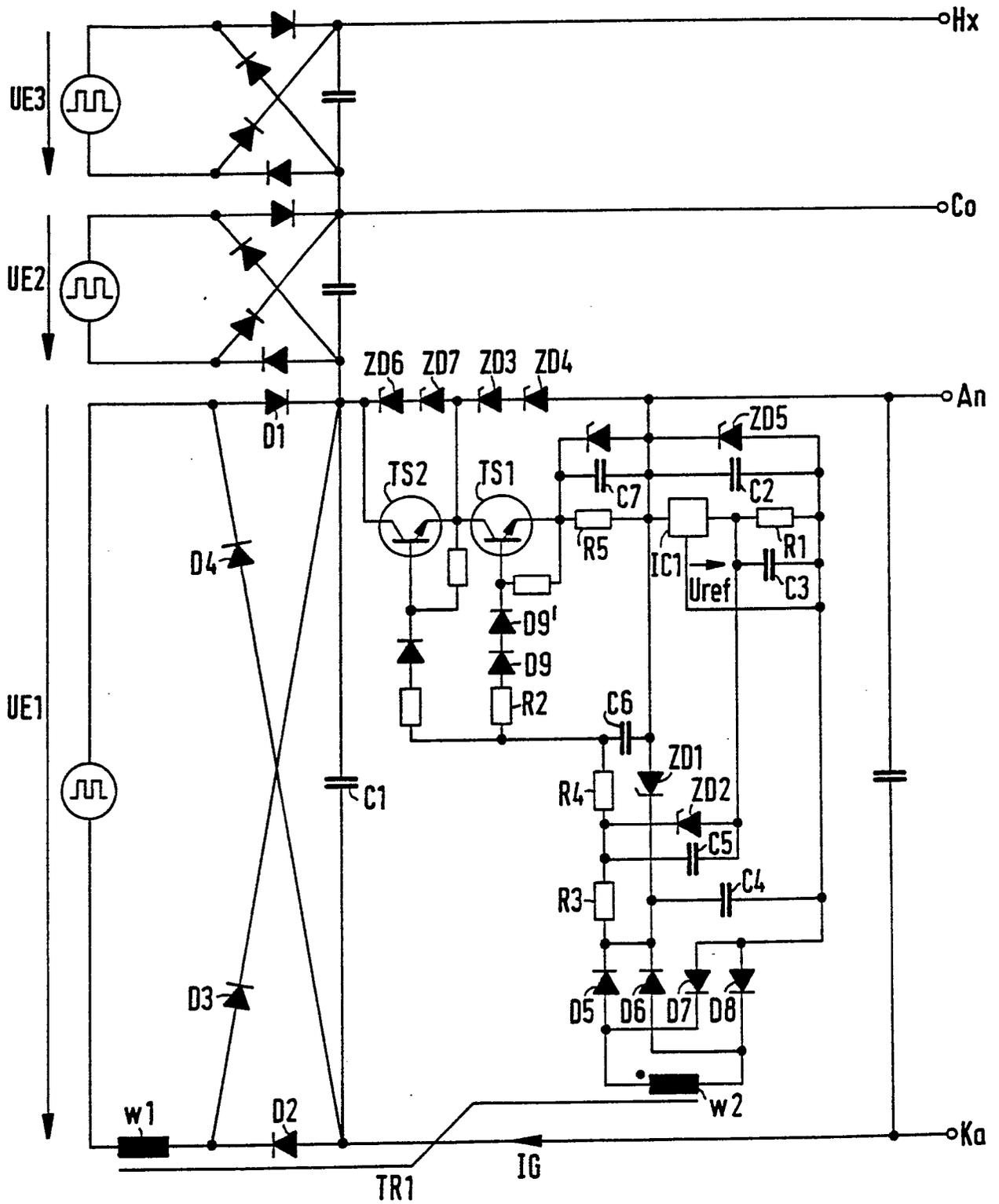


FIG. 3