

PATENTSCHRIFT 145 357

Patentbibliothek
des AfEP

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 145 357 (44) 03.12.80 3(51) H 03 K 17/78
(21) WP H 03 K / 214 716 (22) 01.08.79

(71) siehe (72)

(72) Kopp, Andreas, Dipl.-Phys., DD; Achundow, Wagif, Dipl.-Phys.,
SU

(73) siehe (72)

(74) Georg Stryj, VEB Rationalisierung Halle, 4014 Halle,
Straße der DSF 86a

(54) Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler,
insbesondere zur Anwendung in Ultraschallgeneratoren

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere zur Anwendung in Ultraschallgeneratoren. Ziel der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung für einen derartigen Koppler zu entwickeln, mit dessen Hilfe an einem vom Eingang galvanisch getrennten Ausgang dann ein Ausgangssignal erzeugt wird, wenn die Eingangsspannung einen bestimmten Wert überschreitet, wobei sich die Schaltung durch eine geringe Leistungsaufnahme, einen geringen Bauelementeaufwand bei sicherer Funktionsfähigkeit über einen weiten Frequenzbereich auszeichnen soll. Gemäß der Erfindung wird dazu eine Schaltung verwendet, bei der ein Kondensator von einer Betriebsspannung zunächst aufgeladen und nach Erreichen eines bestimmten Wertes durch eine Z-Diode konstant gehalten wird. Der durch die Z-Diode fließende Strom öffnet eine nachfolgende Torschaltung, die im geöffneten Zustand den Eingang für die zu überwachende Spannung mit dem Eingang einer Kippstufe aus zwei komplementären Transistoren verbindet, welche beim Anliegen einer hinreichend großen Spannung am Eingang der Schaltungsanordnung den Kondensator über eine Lumineszenzdiode, und zwar mit einem konstanten Strom, eines optoelektronischen Kopplers entlädt. - Fig.4 -

Titel der Erfindung

Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere zur Anwendung in Ultraschallgeneratoren

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere zur Anwendung in Ultraschallgeneratoren, die einen Eingang und einen von diesem galvanisch getrennten Ausgang besitzt und die ein Ausgangssignal dann erzeugt, wenn die Eingangsspannung einen bestimmten Wert überschreitet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Anwendung optoelektronischer Koppler zur Signalübertragung zwischen galvanisch getrennten elektrischen Baugruppen ist allgemein bekannt.

Fig. 1 zeigt einen Ultraschallgenerator, bestehend aus einer Leistungsstufe 1, die mit der Betriebsspannung U_{B1} , und einer Ansteuerbaustufe 2, die mit der Betriebsspannung U_{B2} versorgt wird. Zur Signalübertragung zwischen diesen beiden Stufen dienen die Koppelstufen 3, 4, 5..., welche in bekannter Art unter Verwendung optoelektronischer Koppler aufgebaut werden können.

Zwei bekannte Schaltungsanordnungen für Koppelstufen mit optoelektronischen Kopplern, die an einem Ausgang A ein Signal in Form einer Spannung erzeugen, wenn die Eingangsspannung einen

bestimmten Schwellwert überschreitet, sind in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt.

In der Schaltung gemäß Fig. 2 treibt die Eingangsspannung U_E einen Strom I_D durch den Widerstand R_1 und die Lumineszenzdiode D_1 des optoelektronischen Kopplers K . Der Fototransistor T_1 des optoelektronischen Kopplers K führt einen Kollektorstrom, dessen Größe von dem durch den Strom I_D in der Lumineszenzdiode D_1 hervorgerufenen Lichtstrom und damit von der Eingangsspannung U_E abhängig ist. Die Kollektorspannung des Fototransistors T_1 , dessen Kollektor über einen Widerstand mit einer Betriebsspannung U_B verbunden ist, ist damit eine Funktion der Eingangsspannung U_E .

In der Vergleichsstufe V wird die Kollektorspannung des Fototransistors T_1 mit einer Vergleichsspannung verglichen. Die Vergleichsstufe V ist dabei so ausgelegt, daß am Ausgang A eine Spannung U_A anliegt, wenn die Eingangsspannung U_E einen gewissen Schwellwert überschreitet.

Die erläuterte Anordnung besitzt zwei wesentliche Nachteile. Zum einen nimmt sie an ihrem Eingang den relativ großen, zur Anregung der Lumineszenzdiode D_1 erforderlichen Strom I_D auf, zum anderen vergrößern die Übertragungsfehler des optoelektronischen Kopplers den Fehler der Anordnung.

Beide Nachteile lassen sich mit der in Fig. 3 dargestellten Anordnung, bei der der Spannungsvergleich vor dem optoelektronischen Koppler erfolgt, zwar vermeiden, diese Anordnung besitzt jedoch den Nachteil, daß zur Versorgung der Vergleichsstufe V und der Lumineszenzdiode D eine von der Betriebsspannung U_{B2} galvanisch getrennte Betriebsspannung U_{B3} erforderlich ist, deren Bereitstellung mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist.

Es sind weiterhin Schaltungsanordnungen bekannt, bei denen die Lumineszenzdiode eines optoelektronischen Kopplers impulsweise erregt wird, indem ein Kondensator mit einem relativ kleinen Strom aufgeladen und dann beim Eintreffen eines Eingangsimpulses mit Hilfe einer Kippschaltung über die Lumineszenzdiode entladen wird (radio, fernsehen, elektronik 22 (1973) H. 8, S. 244).

Durch den Einsatz einer solchen Schaltungsanordnung läßt sich die Stromaufnahme wesentlich senken, so daß die Bereitstellung der Betriebsspannung vergleichsweise erleichtert wird. Der Nachteil besteht jedoch darin, daß sie mit Impulsen angesteuert werden muß, so daß zusätzliche Baugruppen zur Erzeugung dieser Impulse erforderlich sind, welche die Stromaufnahme ebenfalls wieder vergrößern und außerdem einen hohen Bauelementeaufwand erfordern.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, eine Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere für die Anwendung in Ultraschallgeneratoren zu schaffen, mit der die vorbeschriebenen Nachteile vermieden werden und die sich bei einem unkomplizierten Aufbau durch eine geringe Leistungsaufnahme bei gleichzeitiger hoher Funktionssicherheit auszeichnet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere für die Anwendung in Ultraschallgeneratoren, zu schaffen, die einen Eingang und einen von diesem galvanisch getrennten Ausgang aufweist und die ein Ausgangssignal dann erzeugt, wenn die Eingangsspannung einen bestimmten Wert überschreitet, wobei die Schaltungsanordnung bei einem geringen Bauelementeaufwand und bei geringer Leistungsaufnahme eine hohe Funktionssicherheit über einen weiten Frequenzbereich aufweisen soll.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit Hilfe einer Schaltungsanordnung gelöst, die in an sich bekannter Weise einen Kondensator aufweist, der über einen zugehörigen Ladewiderstand von einer Betriebsspannungsquelle aufgeladen, und dessen Ladspannung mit Hilfe einer Z-Diode begrenzt wird. Weiter enthält die Schaltungsanordnung eine aus zwei komplementären Transistoren aufgebaute Kippstufe, deren Eingang durch die

Basis des einen Transistors gebildet und die beim Anliegen einer Spannung hinreichender Größe an ihrem Eingang durchgesteuert wird und ihrerseits den Kondensator entlädt. Gemäß der Erfindung wird diese Kippstufe durch den Kollektor eines Ansteuertransistors angesteuert, an dessen Emitter die von der Ausgangsspannung galvanisch zu trennende Eingangsspannung U_E anliegt, und dessen Basis vom Kollektor eines weiteren Transistors angesteuert wird, dessen Emitter an Masse liegt und dessen Basis am Verbindungspunkt zwischen der Anode der Z-Diode und einem, an Masse angeschlossenen und mit der Z-Diode in Reihe liegenden Widerstand angeschlossen ist. Gemäß der Erfindung werden die Emitter der Kippstufentransistoren zusätzlich mit Widerständen und ihre Basen mit je mindestens einer Diode, und zwar anodenseitig, beschaltet, deren Katode mit dem jeweils anderen Anschluß der zusätzlichen Emitterwiderstände verbunden ist, wobei eine der dazu verwendeten Dioden die Lumineszenzdiode des zugehörigen optoelektronischen Kopplers ist. Die Schaltung wird dabei so ausgelegt, daß der Entladestrom des Kondensators auf einen konstanten Wert begrenzt wird und daß der größte Teil dieses Entladestromes durch die Lumineszenzdiode fließt. Die Funktion der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird im folgenden Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 4 - die Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung,

Fig. 5 - ein Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe bei einer Gleichspannung am Eingang,

Fig. 6 - ein Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe bei einer Wechselspannung kleiner Frequenz am Eingang,

Fig. 7 - ein Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe bei einer Wechselspannung mittlerer Frequenz am Eingang und

Fig. 8 - ein Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe bei einer Wechselspannung großer Frequenz am Eingang.

In Fig. 4 ist ein Kondensator C über einen Widerstand R3 mit der Betriebsspannung U_B verbunden. Bei einer Anwendung der Anordnung in einem Ultraschallgenerator gemäß Fig. 1 kann U_B mit der Betriebsspannung U_{B1} der Leistungsstufe identisch sein. Parallel zum Kondensator C liegt eine Kippstufe mit den komplementären Transistoren T2 und T3. In der Emitterleitung des Transistors T2 liegt ein Widerstand R4, parallel zu der Reihenschaltung des Widerstandes R4 und der Basis-Emitter-Strecke des Transistors T2 liegen weiterhin der Widerstand R7 und die in Reihe geschalteten Dioden D2 und D3. In der Emitterleitung des Transistors T3 liegt der Widerstand R6, parallel zu der Reihenschaltung des Widerstandes R6 und der Basis-Emitter-Strecke des Transistors T3 liegen der Widerstand R5 und die Lumineszenzdiode D1 eines optoelektronischen Kopplers K, dessen Ausgangsseite durch den Fototransistor T1 gebildet wird. Zum Kondensator C liegt weiterhin die Reihenschaltung der Z-Diode Z und des Widerstandes R9 parallel. Parallel zum Widerstand R9 liegt mit der Basis am Punkt M1 die Basis-Emitter-Strecke des Transistors T4, dessen Kollektor über einen Widerstand R10 mit der Basis des Transistors T5 verbunden ist.

Der Emitter des Transistors T5 ist über den Widerstand R8 mit dem Eingang E der Schaltungsanordnung verbunden, sein Kollektor liegt an der Basis des Transistors T3, welche den Eingang der Kippstufe bildet.

Zur Erläuterung der Funktion der Schaltung werde davon ausgegangen, daß die Spannung U_E am Eingang E zunächst Null und der Kondensator C entladen sei. Wegen der fehlenden Ansteuerung sperren in diesem Fall alle Transistoren der Anordnung. Durch den von der Betriebsspannung U_B hervorgerufenen Strom durch R3 wird nun der Kondensator C aufgeladen, so daß die Spannung an ihm anwächst. Erreicht die Spannung am Kondensator C die Z-Spannung der Z-Diode Z, fließt der Strom von R3 nicht mehr in den Kondensator C, sondern durch die Z-Diode Z und den

Widerstand R9, so daß die Spannung am Kondensator C nunmehr konstant bleibt. Der Spannungsabfall am Widerstand R9 erzeugt einen Basisstrom im Transistor T4, so daß dieser Transistor durchgesteuert wird und die Basis des Transistors T5 über den Widerstand R10 an Masse legt. Im Transistor T5 kann jedoch auch jetzt noch kein Strom fließen, da nun sowohl an seiner Basis als auch an seinem Emitter das Potenzial Null liegt. Dieser Zustand bleibt erhalten, bis die Eingangsspannung U_E soweit erhöht wird, daß durch den Widerstand R8 und die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T5 ein Strom in die Basis des Transistors T3 fließen kann. Der Transistor T3 beginnt jetzt einen Kollektorstrom zu führen, welcher zum Teil als Basisstrom in den Transistor T2 fließt und diesen ebenfalls in den leitenden Zustand versetzt. Durch die Rückführung des Kollektorstromes des Transistors T2 auf die Basis des Transistors T3 steigt der Strom in beiden Transistoren schnell auf einen Wert an, der beim Transistor T2 durch den Spannungsabfall am Widerstand R4 und durch die mit Hilfe der Dioden D2, D3 fest vorgegebene Basisspannung und beim Transistor T3 durch den Spannungsabfall am Widerstand R6 und die Flußspannung der Lumineszenzdiode D1 bestimmt wird. Die Widerstände R4 und R6 sind dabei so ausgelegt, daß der größte Teil des durch die Kippstufe mit den Transistoren T2, T3 fließenden Gesamtstromes durch die Lumineszenzdiode D1 fließt. Der durch die Lumineszenzdiode D1 fließende Strom regt diese zum Leuchten an, wodurch der Transistor des optoelektronischen Kopplers K leitend wird und damit ein in nachgeschalteten Stufen auswertbares Ausgangssignal definiert. Der konstante Strom, der durch die Kippstufe fließt, entlädt den Kondensator C, so daß die Spannung am Kondensator C linear absinkt. Mit Beginn der Kondensatorentladung wird der Strom I_Z , der über die Z-Diode fließt, zu Null, die Transistoren T4 und T5 sperren, so daß ein am Eingang anliegendes Signal während dieses Entladeintervalls nicht mehr wirksam werden kann, während die Kippstufe nach wie vor den Kondensator entlädt und in ihrem Zustand unverändert bleibt. Ist die Spannung am Kondensator C stark abgesunken,

kann der Entladestrom durch die Kippstufe nicht mehr in seiner ursprünglichen, konstanten Größe aufrechterhalten werden und verringert sich. Dabei werden innerhalb kurzer Zeit die Spannungsabfälle an den Widerständen R_5 und R_7 so klein, daß sie zum Ansteuern der Transistoren T_2 und T_3 nicht mehr ausreichen und diese Transistoren sperren. Die Entladung des Kondensators ist damit beendet, es beginnt wieder die Aufladung des Kondensators C über den Widerstand R_3 und die Schaltung befindet sich wieder in ihrem Ausgangszustand.

Aus der dargestellten Wirkungsweise der Schaltung ergibt sich ihr Verhalten bei verschiedenen zeitlichen Verläufen der Eingangsspannung. In Fig. 5 bis Fig. 8 sind für Eingangsspannungen mit unterschiedlichen zeitlichen Verläufen die Eingangsspannung U_E , die Spannung am Kondensator C U_C , der Strom I_{D1} durch die Lumineszenzdiode $D1$ und der Strom I_Z durch die Z-Diode dargestellt.

In Fig. 5 ist die Eingangsspannung eine Gleichspannung. Damit kann der Transistor T_5 immer dann Strom führen, wenn die Z-Diode Z leitet, wodurch auch der Transistor T_4 leitet und die Basis des Transistors T_5 an Masse legt. Folglich schließt sich an jeden Aufladezyklus des Kondensators C sofort ein Entladezyklus an und die Schaltungsanordnung arbeitet wie ein freischwingender Sägezahngenerator und erzeugt fortlaufend Ausgangsimpulse. Die Folgefrequenz f_f dieser Ausgangsimpulse hängt von dem Kondensator C , dem Widerstand R_3 , der Betriebsspannung U_B und im geringeren Maße auch von der Größe des durch die Dimensionierung der Kippstufe festgelegten Entladestromes ab und kann somit leicht den Erfordernissen angepaßt werden. Fig. 6 zeigt das Verhalten der Schaltungsanordnung bei einer sinusförmigen Eingangsspannung mit einer Frequenz, die wesentlich kleiner ist als die im Zusammenhang mit Fig. 5 erläuterte Frequenz f_f . In diesem Fall entstehen nur für den Zeitraum Ausgangsimpulse, bei dem die Eingangsspannung den in erster Linie durch die Basis-Emitter-Spannung des Transistors T_3 bestimmten Schwellwert U_S überschreitet. Nachdem die Eingangsspannung diesen Schwellwert überschritten hat, wird der Kon-

densator C auf die durch die Z-Diode Z bestimmte Spannung aufgeladen, dann fließt der von R3 bestimmte Strom durch die Z-Diode Z und öffnet damit T4. Die Schaltung verharrt nun in diesem Zustand, bis die Eingangsspannung wieder den Schwellwert U_S überschreitet und beginnt dann sofort wieder mit der Erzeugung von Ausgangsimpulsen.

Wird, wie in Fig. 7 dargestellt, eine sinusförmige Eingangsspannung angelegt, deren Frequenz etwas kleiner ist als die Frequenz f_f , steht nicht sofort nach dem Aufladen des Kondensators C eine die Spannung U_S überschreitende Eingangsspannung zur Verfügung. Es vergeht dadurch bis zum Auslösen des nächsten Ausgangsimpulses eine gewisse Zeit, so daß die Folgefrequenz der Impulse gleich der Frequenz der Eingangsspannung und damit kleiner als die Frequenz f_f ist.

Fig. 8 zeigt das Verhalten der Schaltungsanordnung bei einer Eingangsspannung, deren Frequenz die Frequenz f_f überschreitet. Nach der Entladung des Kondensators C vergehen mehrere Perioden der Eingangsspannung, bis der Kondensator C aufgeladen ist und der Transistor T5 über T4 und Z angesteuert wird, so daß ein neuer Ausgangsimpuls erzeugt werden kann. Die Schaltung ist damit so ausgelegt, daß sie in diesem Fall als Frequenzteiler arbeitet und auf jeweils eine bestimmte Anzahl von Perioden der Eingangsspannung einen Ausgangsimpuls erzeugt. Ist die Frequenz der Eingangsspannung sehr groß gegenüber der Frequenz f_f , wird die Eingangsspannung sehr bald nach dem Aufladen des Kondensators C den Wert U_S überschreiten und einen neuen Ausgangsimpuls auslösen, die Schaltung verhält sich folglich wie bei einer Gleichspannung am Eingang und erzeugt Ausgangsimpulse mit der Folgefrequenz f_f .

Erfindungsanspruch

Schaltungsanordnung mit einem optoelektronischen Koppler, insbesondere zur Anwendung in Ultraschallgeneratoren, bestehend aus einem Kondensator (C), welcher über einen Widerstand (R3) von einer Betriebsspannungsquelle (U_B) aufgeladen wird, einer Z-Diode (Z), welche die Spannung am Kondensator begrenzt, einer aus zwei komplementären Transistoren (T2; T3), aufgebauten Kippstufe, deren Eingang durch die Basis des einen Transistors der Kippstufe (T3) gebildet wird und welche beim Anliegen einer Spannung hinreichender Größe an diesem Eingang durchsteuert und den Kondensator (C) entlädt, gekennzeichnet dadurch, daß ein Transistor (T5) vorgesehen wird, der zwischen dem Eingang (E) der Gesamtschaltung und dem Eingang der Kippstufe (T2; T3) angeordnet ist und an dessen Basis der Kollektor eines weiteren Transistors (T4) liegt, dessen Emitter an Masse und dessen Basis am Verbindungspunkt (M1) der Reihenschaltung aus einem an Masse liegenden Widerstand (R9) und der Anode der Z-Diode (Z) liegt, während die Katode der Z-Diode (Z) am Verbindungspunkt (M2) zwischen dem Widerstand (R3) und dem Kondensator (C) angeordnet ist, so daß die Kippstufe (T2; T3) nur dann den Kondensator (C) entlädt, wenn die Eingangsspannung der Schaltungsanordnung einen bestimmten Sollwert überschreitet und der Kondensator (C) auf eine Spannung aufgeladen ist, die ihrerseits die Z-Spannung der Z-Diode (Z) überschreitet, wobei die beiden Transistoren der Kippstufe (T2; T3) durch Einfügen je eines Widerstandes (R4; R6) in die jeweils zugehörige Emitterleitung und je mindestens einer Diode (D1; D2; D3) zwischen ihre Basen und den anderen Anschluß der Widerstände (R4; R6) derart beschaltet sind, daß sie den Entladestrom des Kondensators (C) auf einen unterschiedlich konstanten Wert begrenzen, wobei weiterhin gemäß der Erfindung eine der zur Strombegrenzung zugeschalteten Dioden die Lumineszenzdiode (D1) des optoelektronischen Kopplers (K) ist, über die wiederum der weitaus größere der beiden Konstantströme geleitet wird.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

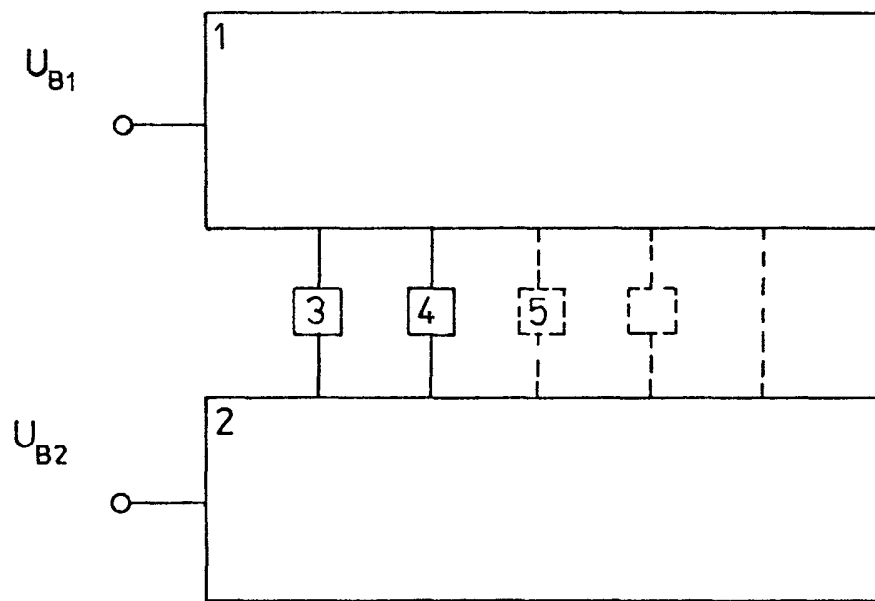


Fig.1

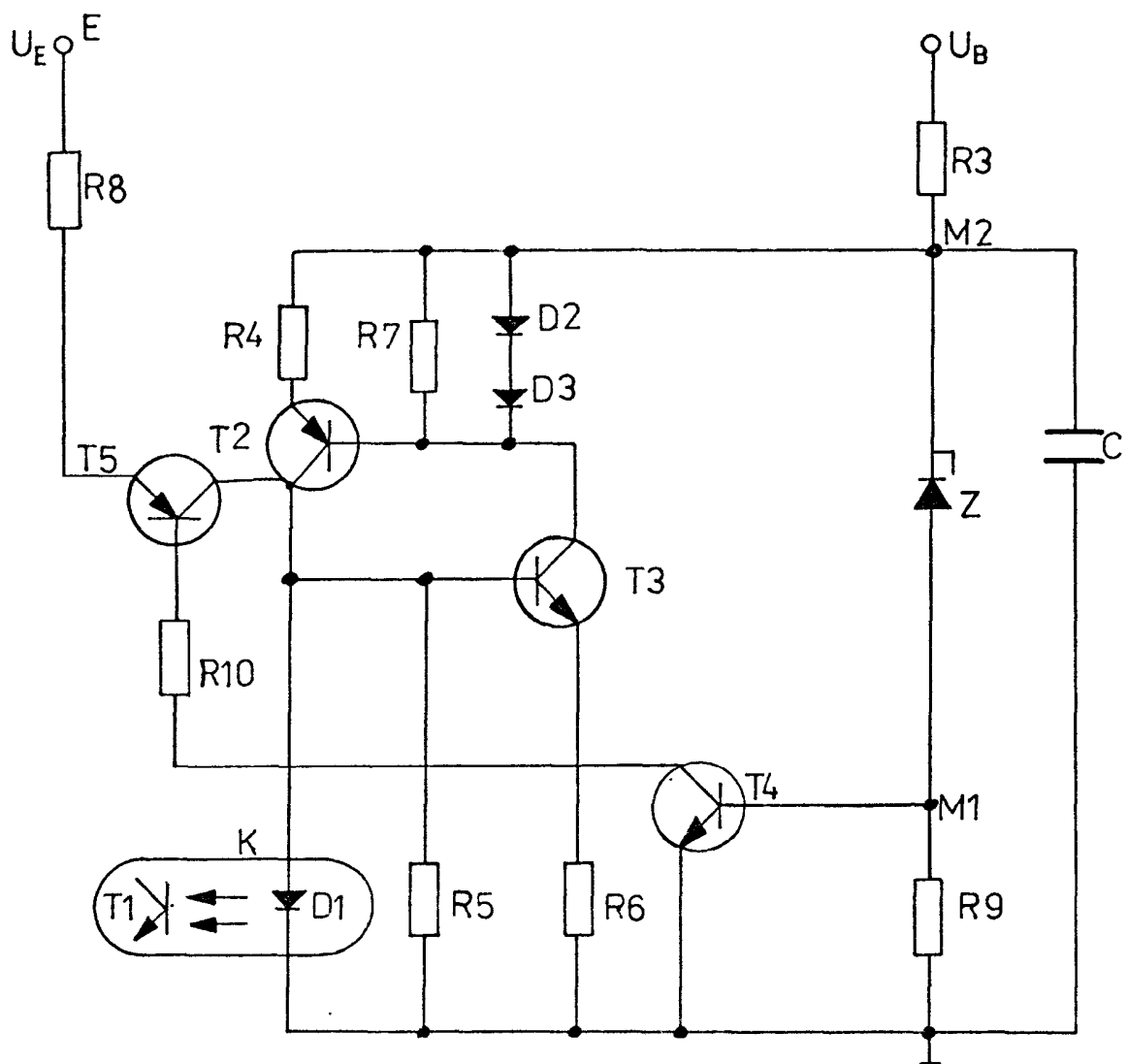
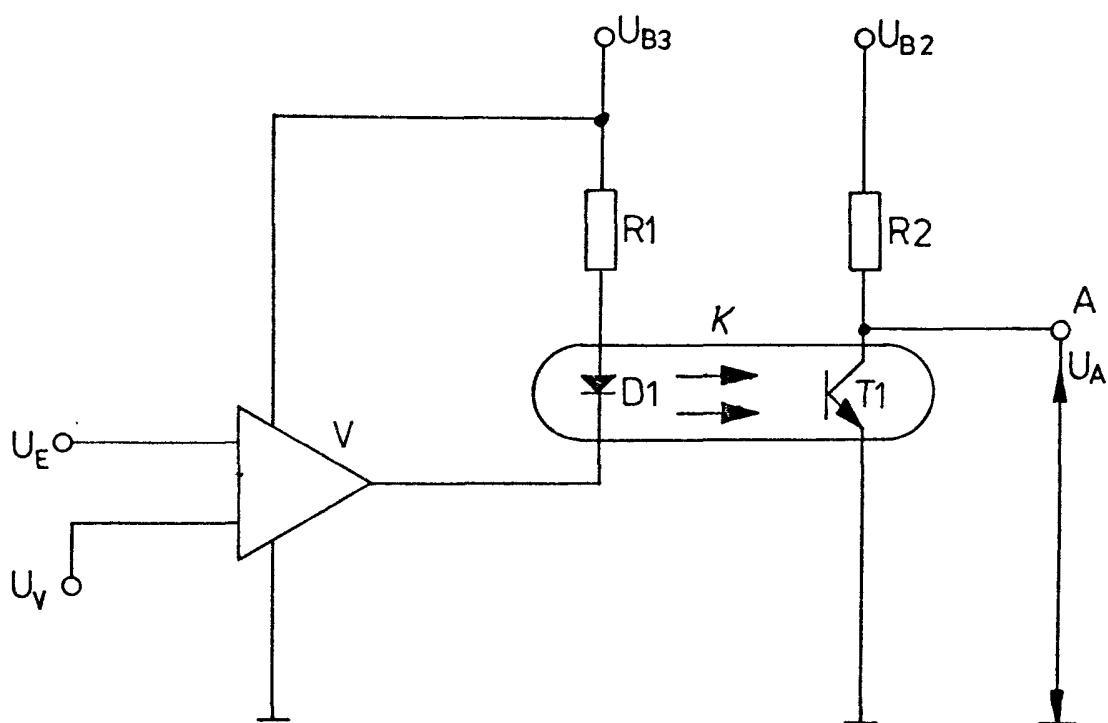
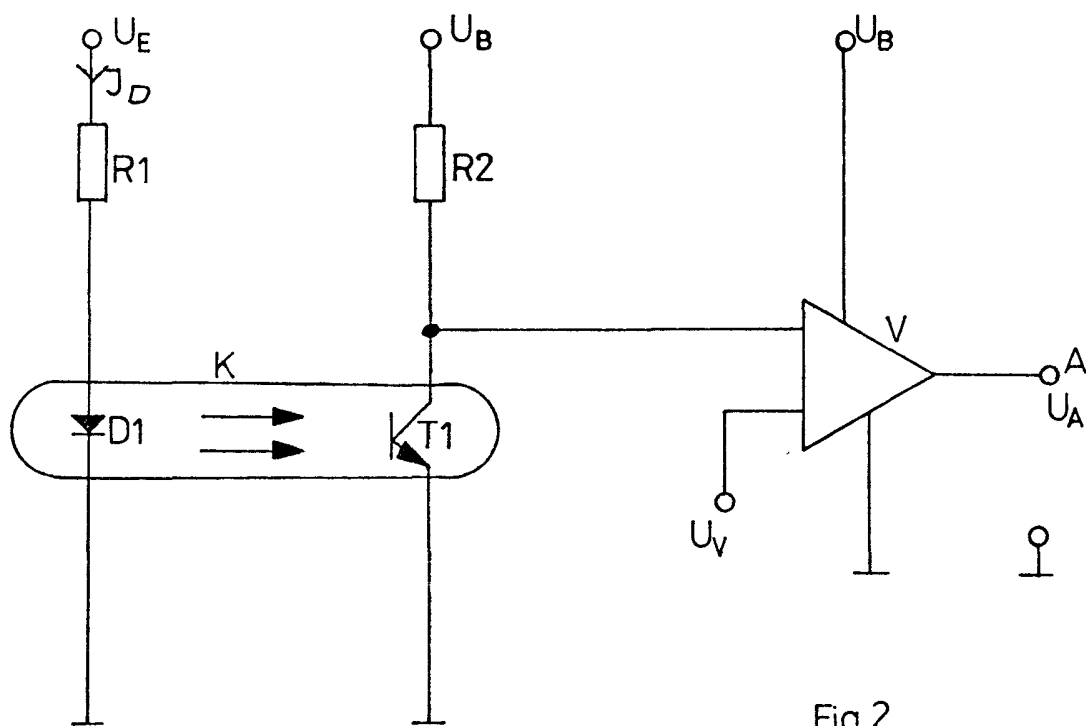
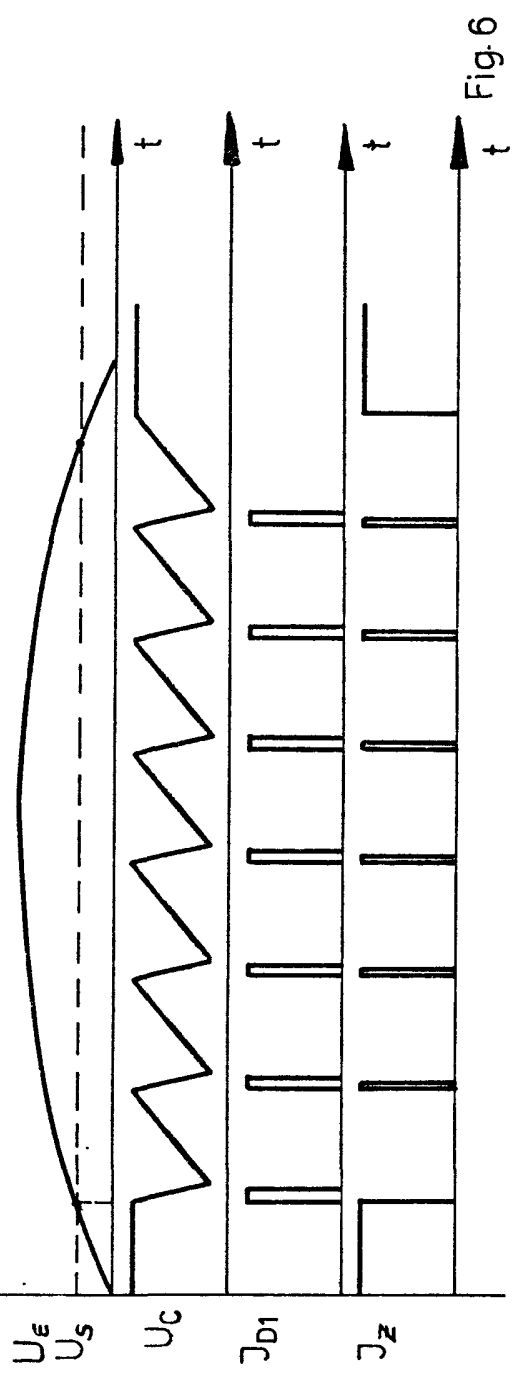
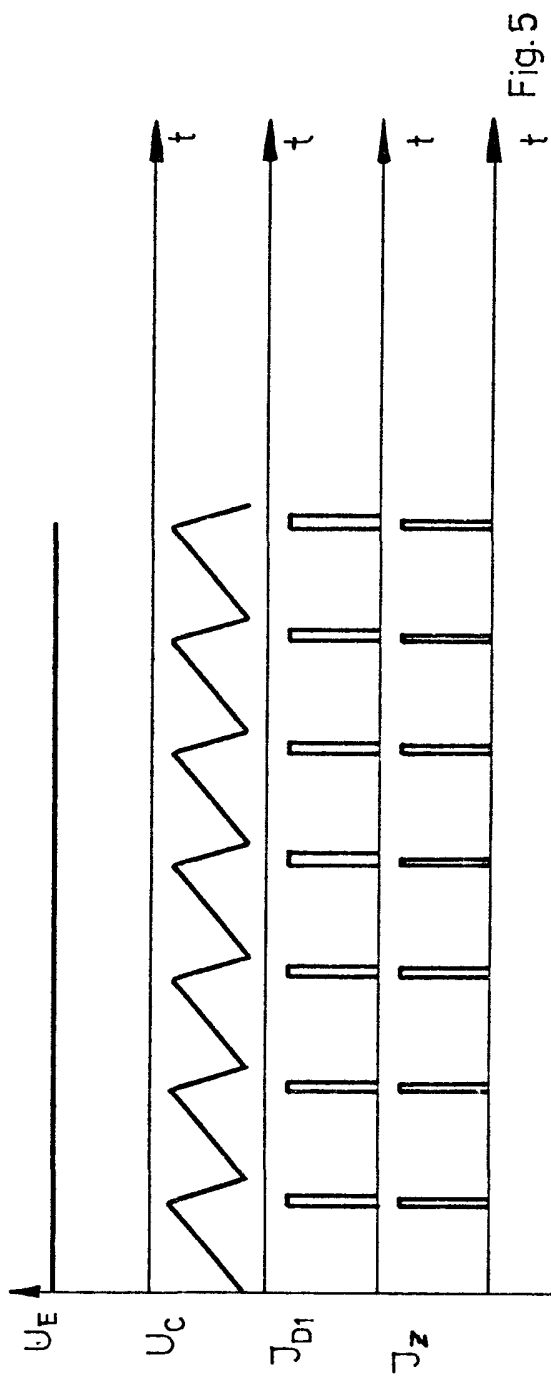


Fig.4





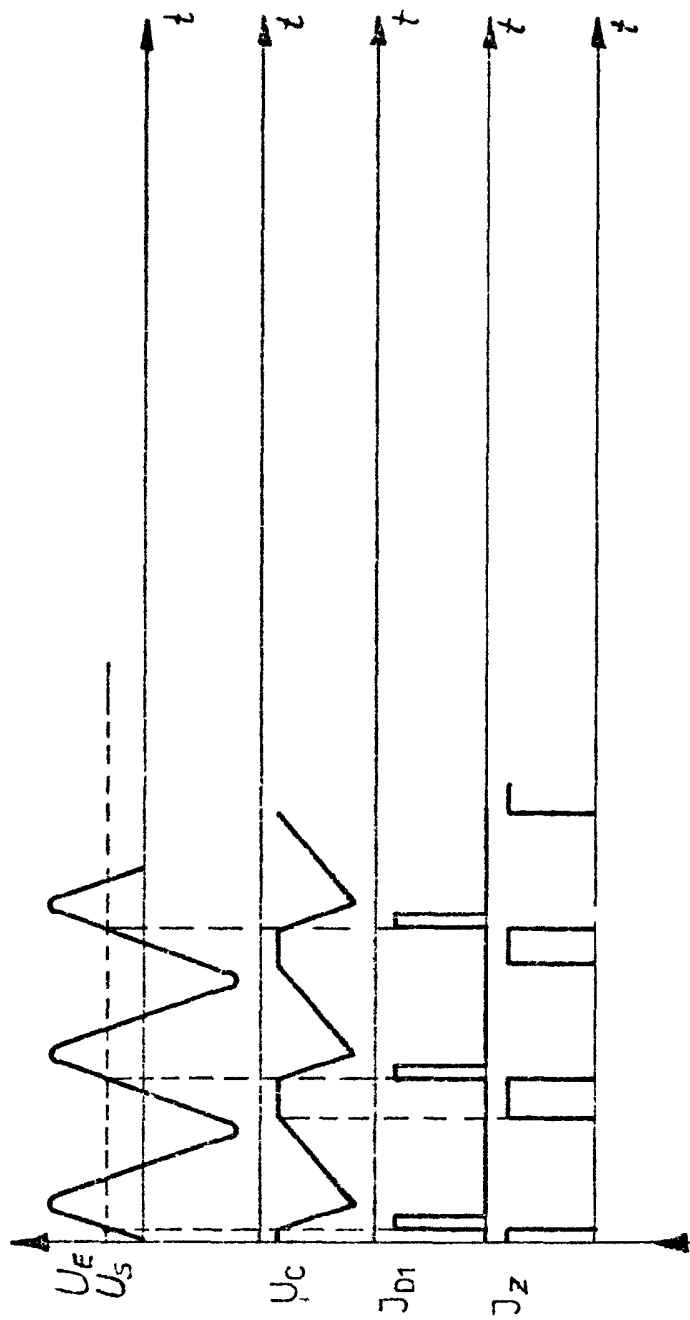


Fig. 7

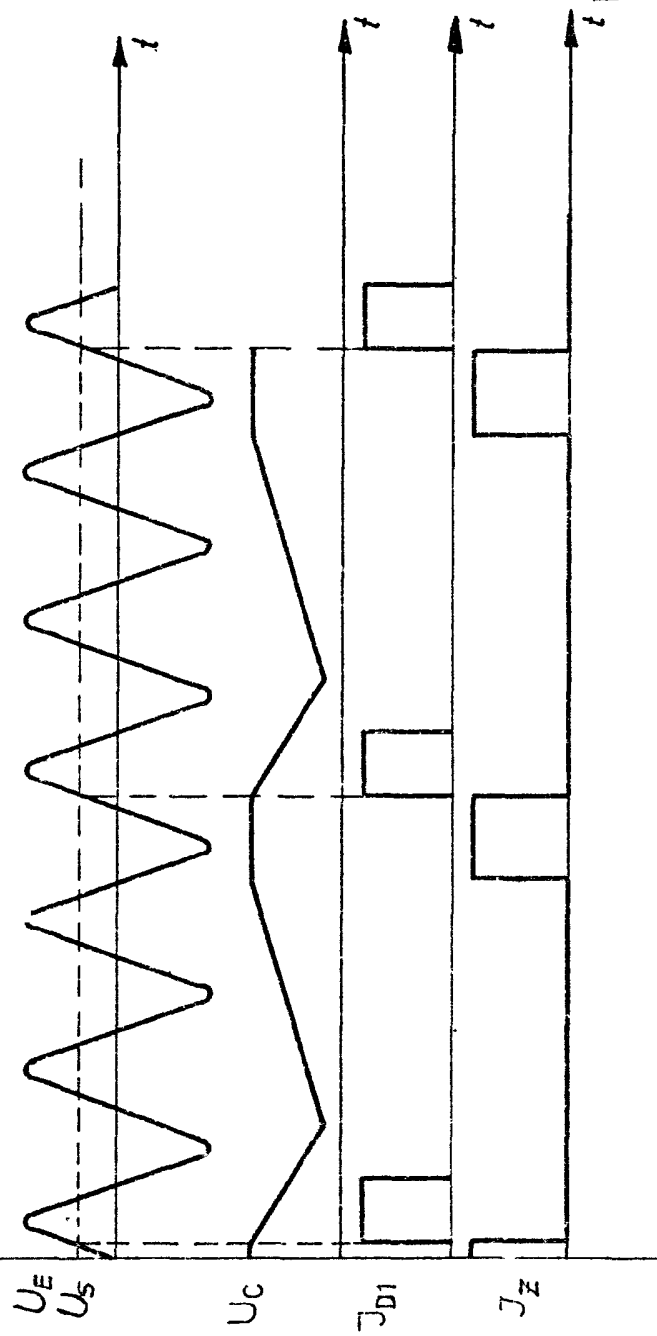


Fig. 8