

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 276 417 A3

5(51) H 02 M 1/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP H 02 M / 308 603 8	(22)	03.11.87	(45)	28.02.90
(71)	Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, Mommsenstraße 13, Dresden, 8027, DD				
(72)	Nicolai, Ulrich, Dipl.-Ing.; Graupner, Winfried, Dipl.-Ing.; Zülch, Werner, DD				
(54)	Treiberstufe zur Ansteuerung eines ausschaltbaren Halbleiterventils in einem spannungsgeführten und auf vorwiegend induktive Lastanordnung speisenden Wechselrichter				

(55) Treiberstufe, Ansteuerung, Halbleiterventil ausschaltbar, in Wechselrichter spannungsgeführt, Last vorwiegend induktiv, Stromkommutierung natürlich, Nennbetrieb, Betriebsfall, Amplitude, Steuersignalfolge, Betriebsregime

(57) Die Erfindung betrifft eine Treiberstufe zur Ansteuerung eines ausschaltbaren Halbleiterventils in einem spannungsgeführten und auf vorwiegend induktive Lastanordnung speisenden Wechselrichter mit konstantem Einschaltverhältnis und im Nennbetrieb genutzter, jedoch nicht in allen Betriebsfällen gewährleisteter natürlicher Stromkommutierung. Ziel der Erfindung ist es, mit relativ geringem Schaltungsaufwand in allen Betriebsfällen höchste Betriebssicherheit zu gewährleisten. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß eine durch die Amplitude der vom Informationsteil am Eingang des Potentialtrenngliedes bereitgestellte Steuersignalfolge gegebene Information zum Betriebsregime am Ausgang des Potentialtrenngliedes zu einem pegelabhängigen Ansteuerregime des ausschaltbaren Halbleiterventils führt. Dazu wird eine erfindungsgemäße Schaltung, bestehend aus Verzögerungsglied mit nachfolgendem invertierendem Schwellwertschalter, mehreren NAND-Gattern und zwei Spannungsteilern sowie einer bekannten Verstärkerstufe eingesetzt. Fig. 1

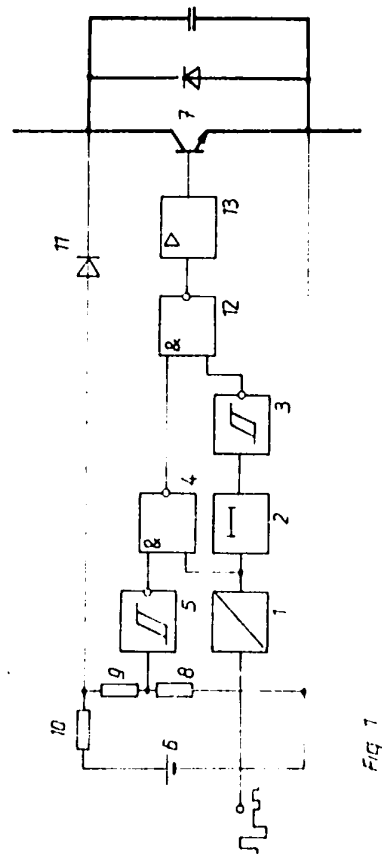


Fig. 1

Patentanspruch:

Treiberstufe zur Ansteuerung eines ausschaltbaren Halbleiterventils in einem spannungsgeführten und auf vorwiegend induktive Lastanordnung speisenden Wechselrichter unter Verwendung einer katodenseitig mit dem Kollektor, dem Drain- bzw. Anodenanschluß des Halbleiterventils verbundenen ersten Diode, einer Verstärkerschaltung sowie einem Potentialtrennglied zur Übertragung rechteckförmiger Impulsspannung unterschiedlichen Pegels, welches sekundärseitig mit einem Widerstand abgeschlossen und dem eine zweite Diode nachgeschaltet ist, gekennzeichnet dadurch, daß die Katode der zweiten Diode (15) mit einem ersten Spannungsteiler (17, 18) verbunden ist, eine Anzapfung des Spannungsteilers (17, 18) über ein RC-Glied (19, 21) auf einen invertierenden Schwellwertschalter (3) geführt ist, der Ausgang des Schwellwertschalters (3) am Eingang eines ersten NAND-Gatters (12) anliegt, der Spannungsteiler (17, 18) außerdem über einen Widerstand (16) am Eingang eines zweiten NAND-Gatters (4) liegt, dessen Ausgang mit dem anderen Eingang des ersten NAND-Gatters (12) verbunden ist, der andere Eingang des zweiten NAND-Gatters (4) mit dem Ausgang eines zweiten invertierenden Schwellwertschalters (5) verbunden ist, der Eingang des zweiten Schwellwertschalters (5) an einer Anzapfung eines zweiten Spannungsteilers (8-10) anliegt und die erste Diode (11) an einer weiteren Anzapfung des zweiten Spannungsteilers (8-10) anodenseitig angeschlossen ist, wobei der Emitter, das Source, bzw. die Katode des ausschaltbaren Halbleiterventils in bekannter Weise mit der Spannungsquelle (6) verbunden ist und beim Anlauf am Potentialtrennglied (1) eine rechteckförmige Impulsspannung hohen Pegels sowie im anschließenden Nennbetrieb eine Impulsspannung etwa halben Pegels anliegt.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Treiberstufe zur Ansteuerung eines ausschaltbaren Halbleiterventils in einem spannungsgeführten und auf vorwiegend induktive Lastanordnung speisenden Wechselrichters mit konstantem Einschaltverhältnis und im Nennbetrieb genutzter, jedoch nicht in allen Betriebsfällen gewährleisteter natürlicher Stromkommutierung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In spannungsgeführten Wechselrichtern mit konstantem Einschaltverhältnis der Ventile ist es zur Verlustsenkung möglich, das Einschalten der Ventile während der natürlichen Stromkommutierung zu realisieren, sofern eine induktive Lastkomponente vorhanden ist.

Typische Lösungen sind in der Applikationsschrift der Firma Thomson CSF „Handbuch II – Transistoren in der Leistungselektronik“ 1984, Kap. 21-23, S. 331 ff., beschrieben. In der Schrift wird eine Anwendung o. g. Dualthyristorprinzips auf bipolare Leistungsschaltransistoren beschrieben. Zu den Transistoren sind zur Stromkommutierung Kondensatoren parallelgeschaltet. Bei induktiver Last belastet die Entladung dieser Kommutierungskondensatoren die Transistoren nicht zusätzlich. Da die gespeicherte Energie vollständig rückgespeist wird, werden geringe Transistorschaltverluste und ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht.

Um ein Aufschalten auf den geladenen Kommutierungskondensator und den Laststrom zu vermeiden und wegen einer einfachen Ansteuerung, wird eine Torung des Ansteuersignals durch das Ausgangssignal eines Meßgliedes für die Kollektor-Emitter-Spannung vorgeschlagen. Als ein solches Meßglied kann z. B. die in WP 248460 (HO 2 M 1/08) realisierte Entsättigungsüberwachung (katodenseitig am Kollektor angeschlossene, hochsperrende Diode) mit einem nachgeschalteten Negator genutzt werden. In WP 248460 wird der Einsatz des Ansteuerschaltkreises B 4002 beschrieben. Der einen positiven Steuerstrom liefernde Ausgang des Schaltkreises ist mit dem Basisanschluß einer transistorierten Stromquelle verbunden, die den positiven Basisstrom für den Leistungstransistor liefert. Der einen negativen Steuerstrom liefernde Ausgang des Schaltkreises liegt über ein UND-Glied und einer Transistorschaltstufe ebenfalls an der Basis des Leistungsschaltransistors an. Der zweite Eingang des UND-Gliedes ist mit der Anordnung zur Entsättigungsüberwachung verbunden. Schwerpunkt liegt auf kurzen Ausschaltzeiten des Leistungsschaltransistors. Durch zusätzliche Verknüpfung von Ausgangssignal des Meßgliedes für die Kollektor-Emitter-Spannung und Ausgangssignal des Ansteuerschaltkreises kann die vorgeschlagene Torung verwirklicht werden.

Da das Einschalten derartiger Schaltungen ausschließlich im spannungslosen Zustand möglich ist, erfordert eine zeitweilige Realisierung konventioneller Ansteuerprinzipien, die zum Anfahren und zur Beherrschung von Schwachlastfällen notwendig sind, eine weitere potentialtrennende Schnittstelle, über welche die beschriebene Verriegelung aufgehoben werden kann. Ein zweites Potentialtrennglied bewirkt nicht nur einen erhöhten Materialaufwand (Wickelteile), sondern stellt auch eine zusätzliche Störquelle dar. Ursache sind für Wechselrichter typische, steile Spannungsänderungen, die Verschiebestrome über die in jedem Potentialtrennglied vorhandene Koppelkapazitäten bewirken. Auf diesen Sachverhalt, der oft zusätzliche Entstörmaßnahmen (Abschirmwicklungen, Tiefpaßbeschaltung) notwendig macht, wird z. B. im VEM-Handbuch Leistungselektronik, 3. Auflage, S. 156 f. (VEB Verlag Technik, Berlin 1983) und in der o. g. Applikationsschrift der Fa. Thomson-CSF hingewiesen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, in Wechselrichtern mit natürlicher Stromkommutierung im Nennbetrieb, mit relativ geringem Schaltungsaufwand in allen Betriebsfällen höchste Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Verwendung von nur einer potentialtrennenden Schnittstelle zwischen Informations- und Leistungsteil die Ansteuerung der ausschaltbaren Leistungshalbleiterbauelemente so zu gestalten, daß während des Anlaufs und in Schwachlastfällen deren Belastung durch den Entladestrom der Kommutierungskondensatoren minimal ist, bei der Anwendung von Dualthyristoren im Nennbetrieb Zweigkurzschlüsse im Wechselrichter vermieden und ein ausreichend selektives Verhalten bei Lastkurzschluß garantiert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine durch die Amplitude der vom Informationsteil am Eingang des Potentialtrenngliedes bereitgestellte Steuersignalfolge gegebene Information zum Betriebsregime am Ausgang des Potentialtrenngliedes zu einem pegelabhängigen Ansteuerregime des ausschaltbaren Halbleiterventils führt. Bei induktiver Last liegt beim Anlauf und bei Schwachlast am Potentialtrennglied eine rechteckförmige Impulsspannung hohen Pegels und im anschließenden Nennbetrieb eine Impulsspannung etwa halben Pegels an. Der hohe Pegel entspricht etwa der Betriebsspannung des Informationsteiles.

Dem Potentialtrennglied ist sekundärseitig über ein Verzögerungsglied mit nachfolgendem invertierenden Schwellwertschalter ein Eingang eines ersten NAND-Gatters nachgeschaltet. Parallel zum Verzögerungsglied liegt ein zweites NAND-Gatter, dessen Ausgang an dem anderen Eingang des NAND-Gatters anliegt und dessen Eingänge mit dem Potentialtrennglied und mit dem Ausgang eines zweiten invertierenden Schwellwertschalters verbunden sind. Eine Anzapfung eines Spannungsteilers liegt am Eingang des invertierenden Schwellwertschalters an. Die mit dem Kollektor-, dem Drain- bzw. Anodenanschluß des Halbleiterventils verbundene Diode ist mit einer weiteren Anzapfung des Spannungsteilers anodenseitig verbunden, wobei der Emitter, bzw. die Katode des ausschaltbaren Halbleiterventils in bekannter Weise mit der Spannungsquelle verbunden ist. Zwischen dem zweiten NAND-Gatter und dem ausschaltbaren Halbleiterventil ist eine Verstärkerstufe geschaltet. Nur bei Ansteuerung des Potentialtrenngliedes mit einem Steuersignal hohen Pegels, d. h., im Anlauf- und Schwachlastfall wird die Schaltschwelle des ersten Schwellwertschalters erreicht. Das ausschaltbare Halbleiterventil wird nach einer vom Verzögerungsglied bestimmten Totzeit über den signalverstärkenden Ansteuerschaltkreis durchgeschaltet, da der am Ausgang des zweiten Schwellwertschalters entstehende L-Pegel am Ausgang des zweiten NAND-Gatters und des Ansteuerschaltkreises H-Pegel hervorruft. Die Totzeit von wenigen Mikrosekunden ist normalerweise in spannungsgespeisten Wechselrichtern erforderlich, um Zweigkurzschlüsse während der Kommutierungsvorgänge zu vermeiden. Bei Steuersignal-L entsteht nahezu verzögerungsfrei auch am Ausgang des Ansteuerschaltkreises L-Pegel. Das ausschaltbare Halbleiterventil schaltet aus. Im Nennbetrieb kann bei gegenüber dem Anlauf- und Schwachlastfall etwa halbiertes Steuersignalamplitude im Falle von Steuersignal-H der erste Schwellwertschalter durch die Lage seiner Ansprechschwelle nicht auf L-Pegel durchschalten. Unterschreitet bei natürlicher Laststromkommutierung (Nennbetrieb) auf dem zum ausschaltbaren Halbleiterventil parallel liegenden Kondensator bzw. die antiparallele Diode die Spannung über dessen Hauptanschlüssen einen geringen positiven Wert, wird die Diode, die zwischen dem Spannungsteiler und einem Hauptanschluß des ausschaltbaren Halbleiterventils liegt, leitend. Am Ausgang des zweiten Schwellwertschalters entsteht H-Pegel. Damit ergibt sich mit Steuersignal-H am Ausgang des zweiten NAND-Gatters L-Pegel und somit unabhängig vom Einschalten des ersten Schwellwertschalters H-Pegel am NAND-Ausgang. Das Einschalten des Halbleiterventils erfolgt demnach unverzögert über den ausschließlich im Nennbetrieb wirksamen Pfad Potentialtrennglied, zweites NAND-Gatter, erstes NAND-Gatter, Verstärkerstufe. Auf die Totzeit kann im Nennbetrieb verzichtet werden, da wegen der ausschließlichen Einschaltmöglichkeit des ausschaltbaren Halbleiterventils bei niedriger Spannung über den Hauptanschlüssen Querkurzschlüsse während der Kommutierung ausgeschlossen sind. Mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung kann bei Nutzung der Vorzüge von Steuerprinzipien mit natürlicher Stromkommutierung beim Einschalten mit nur einem Potentialtrennglied und hoher Betriebssicherheit das Anlauf- und Schwachlastverhalten des Wechselrichters beherrscht werden. Außer bipolaren und unipolaren Leistungsschalttransistoren können auch GTO-Thyristoren eingesetzt werden.

Ausführungsbeispiel

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,

Fig. 2: den Schaltplan zu Fig. 1,

Fig. 3: ein Impulsdiagramm des Eingangssignals von Impulsübertrager 1 beim Übergang von Anlauf- in Nennbetrieb.

Dem Impulsübertrager 1 ist sekundärseitig über ein Verzögerungsglied 2 mit nachfolgendem invertierenden Schwellwertschalter 3 ein Eingang eines ersten NAND-Gatters 12 nachgeschaltet. Parallel zum Verzögerungsglied 2 liegt ein weiteres NAND-Gatter 4, dessen Ausgang mit dem anderen Eingang des NAND-Gatters 12, und dessen Eingänge mit dem Potentialtrennglied 1 und mit dem Ausgang eines weiteren invertierenden Schwellwertschalters 5 verbunden sind. Eine Anzapfung eines Spannungsteilers 8-10 liegt am Eingang des invertierenden Schwellwertschalters 5 an. Die am Kollektor des Leistungsschalttransistors 7 angeschlossene Diode 11 ist mit einer weiteren Anzapfung des Spannungsteilers 8-10 anodenseitig verbunden, wobei der Emitter des Leistungsschalttransistors mit der Spannungsquelle 6 verbunden ist.

Der gemäß Fig. 2 als Potentialtrennglied eingesetzte, quasistatisch angesteuerte Impulsübertrager 1 ist sekundärseitig durch einen Widerstand 14 abgeschlossen und einerseits mit dem Emitterpotential des Leistungsschaltransistors 7, andererseits mit der Anode einer ersten Diode 15 verbunden. Die Katode der Diode 15 ist mit einem Widerstand 16 und einer Anzapfung eines Spannungsteilers 17-18 verbunden. An der Katode liegt die Information bezüglich des Steuerregimes an. Hoher Pegel bedeutet Anlauf- bzw. Schwachlastbetrieb und niedriger Pegel Nennbetrieb.

Bei hohem Pegel wird der zwischen den parallelgeschalteten Eingängen des Schmitt-Trigger-NAND 3 und Emitterpotential angeordnete Kondensator 21 über den mit einer weiteren Anzapfung des Spannungsteilers 17-18 verbundenen Widerstand 19 bis über den Umschaltpunkt des Gatters aufgeladen (Anlauf- bzw. Schwachlastbetrieb). Der Widerstand 19 ist zum Entladen durch eine Diode 20 überbrückt. Mit Ausgangs-L-Pegel des invertierenden Schwellwertschalters 3 wird der Ausgang des nachgeschalteten Schmitt-Trigger-NAND 12 auf H-Pegel gesetzt, d. h., die Ausgangsstufe des nachgeschalteten Schaltkreises 13 schließt die Verbindung zwischen den Widerständen 22 und 23.

Im folgenden sei zunächst die vollständig bekannte Treiberstufe unter Verwendung des Spezialschaltkreises 13 beschrieben. Der Leistungsschaltransistor 7 ist ein npn-Transistor für höhere Spannungen. Die Schaltung zu seiner Ansteuerung besteht aus einem Schaltkreis 13 und aus Transistorschaltstufen zur Verstärkung seiner Ausgangsströme. Der positive und negative Basisstrom für den Leistungsschaltransistor wird durch die Spannungsquellen 6 und 35 geliefert. Über den Steuereingang des Schaltkreises erfolgt die Steuerung der Schaltkreisausgänge, wodurch alternativ die Anschlüsse des Kollektors und des Emitters für positiven Steuerstrom +I oder die Anschlüsse des Kollektors und des Emitters für negativen Steuerstrom -I niederohmig verbunden sind. Zwischen dem Kollektoranschluß für positiven Steuerstrom und der Basis eines pnp-Transistors 24 ist der o. g. Widerstand 22 angeordnet. Der Emitteranschluß des schaltkreisinternen Treibers für positiven Steuerstrom ist über den Widerstand 23 mit dem Knotenpunkt zwischen Minuspol der Spannungsquelle 6, Pluspol der Spannungsquelle 35 und dem Emitter des Leistungsschaltransistors 7 verbunden. Zwischen dem Basisanschluß des Transistors 24 und dem Pluspol der Spannungsquelle 6 sind die Dioden 25 bis 28 in Flußrichtung angeordnet. Der Emitter des Transistors 24 ist mit dem Pluspol der Spannungsquelle 6 über einen weiteren Widerstand 29 verbunden. Ein npn-Transistor 30 liegt mit seinem Kollektoranschluß ebenfalls am Pluspol der Spannungsquelle 6. Die Basis des Transistors 30 ist mit dem Kollektor des Transistors 24, der Emitter des Transistors 30 mit der Basis des Leistungsschaltransistors 7 und dem Emitter eines pnp-Transistors 34 verbunden. Der Basisanschluß des Transistors 34 liegt am Kollektor des schaltkreisinternen Treibers für den negativen Steuerstrom -I an. Der Emitteranschluß des schaltkreisinternen Treibertransistors und der Kollektor des Transistors 34 sind mit dem Minuspol der Spannungsquelle 35 verbunden.

Wenn der Schaltkreis 13 die Verbindung zwischen den Widerständen 22 und 23 schließt, steuert der Transistor 24 durch. Es erfolgt ein Stromfluß in die Basis des anzusteuern den Leistungsschaltransistors 7. Eine zwischen dem Basisanschluß des Transistors 30 und dem Kollektoranschluß des Leistungsschaltransistors 7 angeordnete Diode 31 dient zur Regelung des Basisstroms des Leistungsschaltransistors auf einen fixierten, kollektorstromunabhängigen Sättigungszustand. Über die Diode 11 wird die Spannung am Widerstand 10 bei leitender Diode, d. h., bei niedriger Kollektor-Emitter-Spannung herabgesetzt. Unterschreitet der, gemäß dem Teilerverhältnis der Widerstände 8 und 9 entstehende, Spannungspegel den Umschaltpunkt des Schwellwertschalters 5, erfolgt mit dem H-Signal am Ausgang des Schwellwertschalters 5 eine Torung des über den Widerstand 16 zugeführten Signales durch das NAND 4. Unabhängig vom Ausgangspegel des NAND 3 kann mit Eingangs-H-Pegel am NAND 4 (Ausgangs-L-Pegel) das Einschalten des Schaltkreises 13 bzw. des Leistungsschaltransistors 7 erfolgen. Im Aus-Zustand wird über die Ausgänge des Schaltkreises 13 der pnp-Transistor 34 durchgesteuert. Über dessen Kollektor-Emitter-Strecke ist die Basis des Leistungsschaltransistors 7 dann mit der negativen Steuerspannung 35 verbunden. Nur bei Ansteuerung des Impulsübertragers 1 mit einem Steuersignal hohen Pegels, d. h., im Anlauf- und Schwachlastfall wird die Schaltschwelle des Schwellwertschalters 3 erreicht. Der Leistungsschaltransistor 7 wird nach einer vom Verzögerungsglied 2 bestimmten Totzeit durchgeschaltet. Die Totzeit von wenigen Mikrosekunden ist normalerweise in spannungsgespeisten Wechselrichtern erforderlich, um Zweigkurzschlüsse während der Kommutierungsvorgänge zu vermeiden. Bei Steuersignal-L entsteht nahezu verzögerungsfrei auch am Ausgang des Ansteuerschaltkreises L-Pegel. Der Leistungsschaltransistor 7 schaltet aus.

Im Nennbetrieb kann bei gegenüber dem Anlauf- und Schwachlastfall etwa halbiertes Steuersignalamplitude im Falle von Steuersignal-H der Schwellwertschalter 3 durch die Lage seiner Ansprechschwelle nicht auf L-Pegel durchschalten. Unterschreitet bei natürlicher Laststromkommutierung (Nennbetrieb) auf den zum Leistungsschaltransistor 7 parallel liegenden Kondensator bzw. die antiparallele Diode die Kollektor-Emitter-Spannung (z. B. etwa 5 V, vorgegeben durch Spannungsteiler 8 bis 10), wird die Diode 11 leitend. Am Ausgang des invertierenden Schwellwertschalters 5 entsteht H-Pegel. Damit ergibt sich mit Steuersignal-H am Ausgang des NAND-Gatters 4 L-Pegel und somit unabhängig vom Einschalten des Schwellwertschalters 3 H-Pegel am NAND-Ausgang 12. Das Einschalten der H-Ibleiterventils erfolgt demnach unverzögert über den ausschließlich im Nennbetrieb wirksamen Pfad 1, 4, 12, 13. Auf die Totzeit kann im Nennbetrieb verzichtet werden, da wegen der ausschließlichen Einschaltmöglichkeit des Leistungsschaltransistor 7 bei niedriger Kollektor-Emitter-Spannung Querkurzschlüsse während der Kommutierung ausgeschlossen sind.

Die Schaltungsanordnung wurde mit Schmitt-Trigger-Schaltkreisen V 4093 und dem Ansteuerschaltkreis B 4002 realisiert.

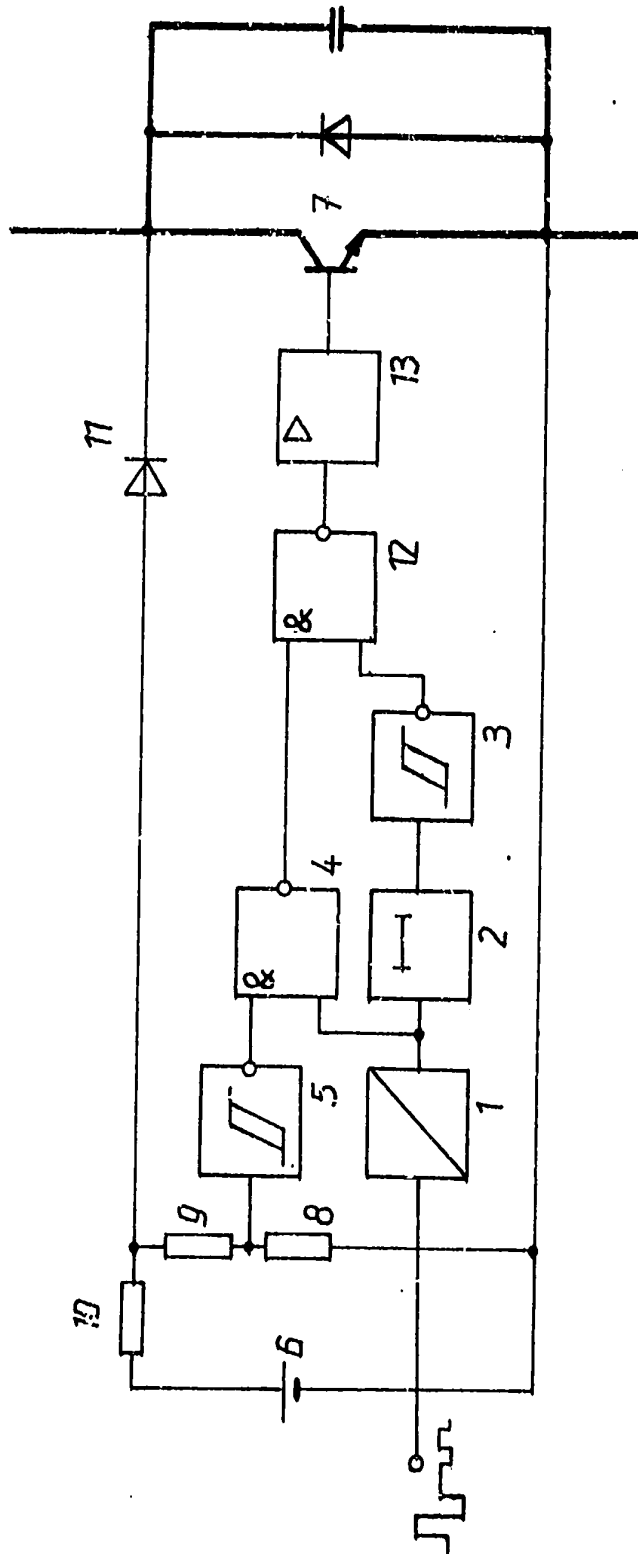


FIG. 1

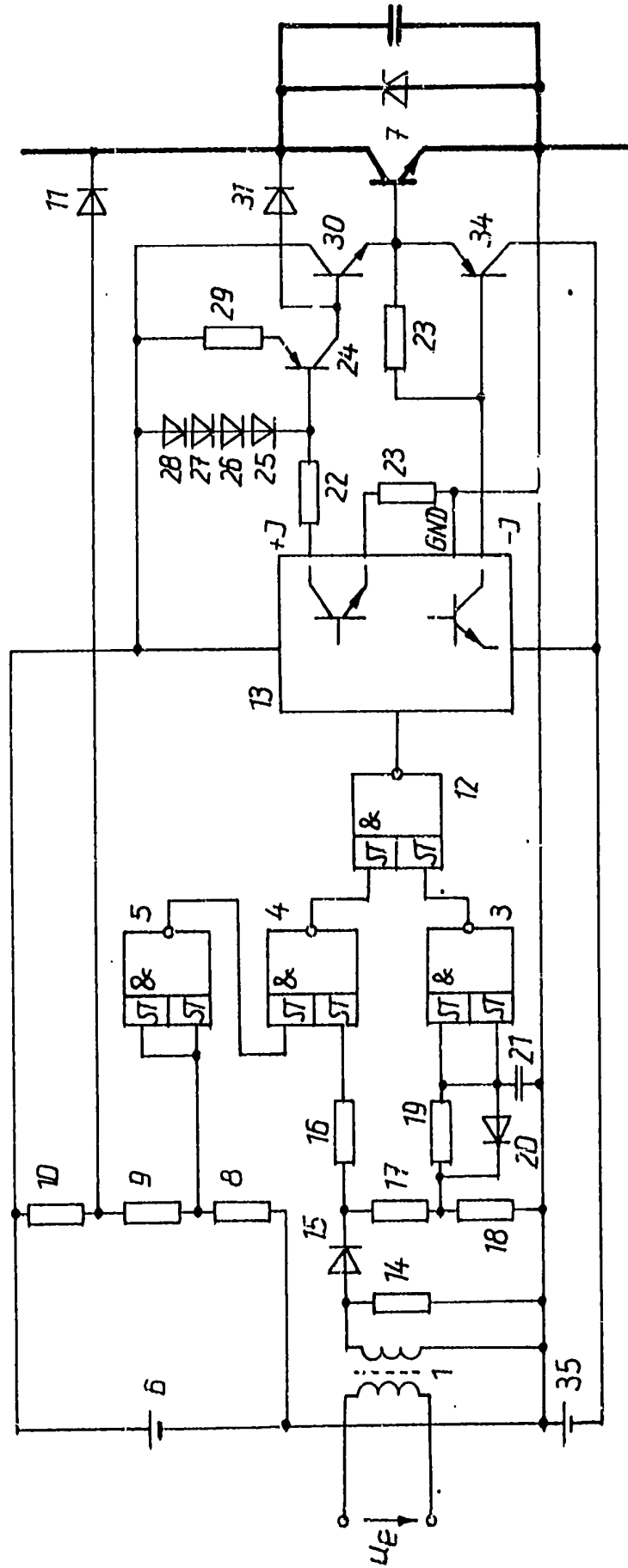


Fig. 2

275417 6

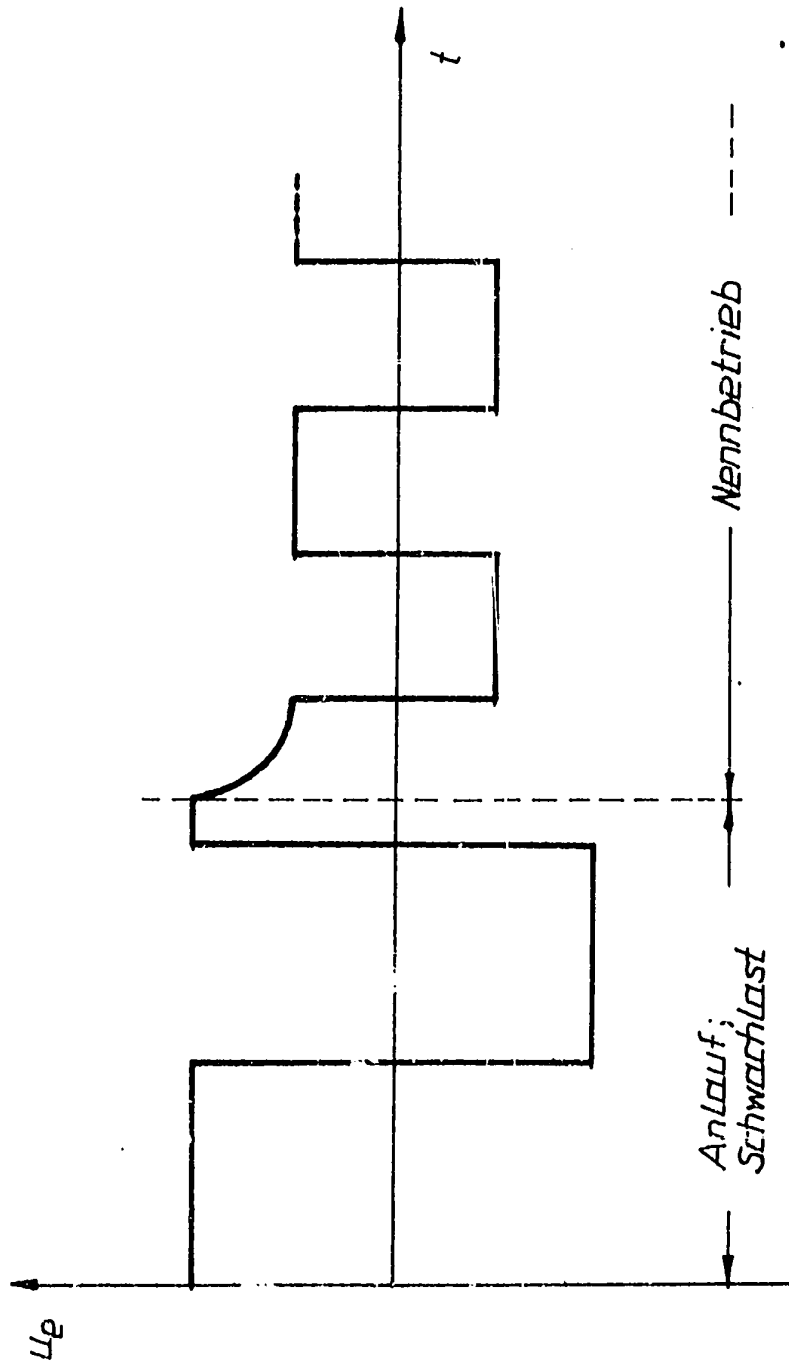


Fig. 3