



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983

5(51) G 05 F 1/10

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 05 F / 333 103 5

(22) 29.09.89

(44) 19.12.90

(71) siehe (73)

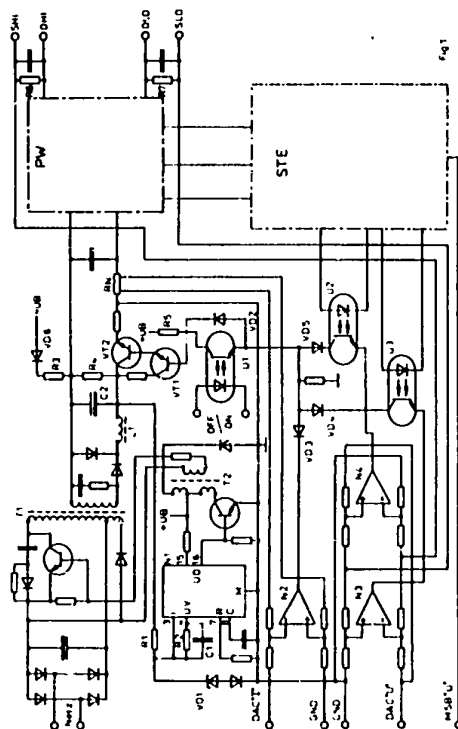
(72) Rank, Gerhard; Matz, Gerhard, DD

(73) VEB Robotron-Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden, Lingner Allee 3, Dresden, 8012, DD

(54) Bipolar programmierbares Schaltnetzteil

(55) programmierbar; Schaltnetzteil, bipolar;
Konstantverlustleistung; Konstantspannung;
Konstantstrom; Schaltregler; Analogregler; Stellglied;
Längsstellglied; Wirkungsgrad; Leistungstransistor;
Polwender; Optothyristoren

(57) Mit dem programmierbaren Schaltnetzteil wurde eine bipolare, bis zu kleinsten Ausgangswerten programmierbare Konstantspannungs- bzw. Konstantstrom-Versorgungseinheit geschaffen, die das günstige Leistungsvolumen und den hohen Wirkungsgrad eines Schaltnetztes mit den guten dynamischen Eigenschaften und kleinen Ausgangs-Pulsationswerten eines analogen Reglers vereinigt. Das Prinzip ist auch für einen allgemeinen Schaltregler verwendbar. Der am Ausgang angeordnete Polwender ist mit vier Optothyristoren realisiert. Dabei ist der Spannungsabfall über einem Längs-Stellglied (Emitter-Kollektorstrecke) eines analogen Reglers als Regelgröße für das Schaltnetzteil benutzt, so daß dieser Wert über dem analogen Längsstellglied konstant auf eine solche Größe geregelt wird, die zur Gewährleistung der Analogkreisregelung minimal nötig ist. Fig. 1



Patentanspruch:

Bipolar programmierbares Schaltnetzteil oder programmierbarer Schaltregler mit einer konstanten Arbeitsfrequenz im Bereich 20 bis 100kHz, Pulsdauermodulator-Regelkreis kaskadiert mit analogen, alternierend arbeitenden Konstantspannungs- bzw. Konstantstromregelkreisen, bei denen vorzugsweise der Spannungsabfall über dem im Ausgangstromkreis des Schaltnetzteiles oder des Schaltreglers angeordneten Stellglieder der analogen Regelkreise ständig auf einen Konstanten Wert ausgeregt ist und als Ausgangsgröße des Regelsystems eine Konstantspannung oder die EMK für einen Konstantstrom erzeugt ist, die sich aus der Differenz der EMK auf einem Energiepuffer des Schaltreglers und dem Spannungsabfall über dem analogen Stellglied als auch einem Thyristorpolwender ergibt, wobei unter Konstantspannungsbetrieb die an Führlleitungen anliegende Istgröße oder unter Konstantstrombetrieb die mittels Meßwiderstand gewonnene Strominformation mit den Programmgrößen über Teilernetzwerke mittels Regelverstärker verglichen sind und das Stellglied steuern, gekennzeichnet dadurch, daß der am Ausgang des Regelsystems angeordnete Thyristor-Polwender (PW) mit vier Optothyristoren (VD7 bis VD 10) realisiert ist, wobei die zwei je nach Polaritätsinformation (MSB „U“) statisch durchzuschaltenden Optothyristoren (VD7 und VD8, VD9 und VD 10) mit ihren Steuordiolen, vorzugsweise in Reihe liegend, von je einer Kollektorschaltstufe (VT6, VT7) angesteuert werden, die ihrerseits einmal über einen (VT5) bzw. zwei Treibertransistoren (VT3, VT4) in Emitterschaltung vom Polaritätssignal (MSB „U“) angesteuert werden, wobei im Emitterkreis der Treibertransistoren (VT4, VT5) je die Steuodiode eines die Regelverstärker (N3, N4) auswählenden Optokopplers (U3, U2) liegen.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Bedingt durch die Automatisierung, die auch auf allen Gebieten der Elektrotechnik und Elektronik Einzug hält, speziell zum Aufbau von automatischen Prüfplätzen bzw. Prüfautomaten steigt u. a. der Bedarf an programmierbaren Spannungs- bzw. Strom-Versorgungseinheiten. Zunehmend wird dabei die kompakte Bauweise angestrebt, um möglichst kleine Gefäß-Volumen zu erhalten. Reduzierte Leistungs-Volumen der programmierbaren Spannungs- bzw. Strom-Versorgungseinheiten sind nur erreichbar, wenn auch hier die Prinzipien des Schaltreglers zur Anwendung kommen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Programmierbare Spannungs- bzw. Strom-Versorgungseinheiten, als analoge Vollregler oder als Kombination aus einem 100Hz-gepulsten Regler mit Energiespeicher und einem analogen Teilregler sind seit langem allgemein bekannt. Die analogen Vollregler, unipolar, bipolar oder als Vierquadrantenquelle haben den Nachteil, daß ihre Stellglieder für die maximale Abgabeleistung zwinglich einer betriebsspannungsbedingten Leistungsreserve konzipiert sein müssen (große Kühlflächen, Lüfter) und daß sie, wie auch die 100Hz-gepulsten kombinierten Systeme, durch Netztransformatoren, Gleichrichter und Ladekondensatoren mit großen Abmessungen bezüglich der Volumenreduzierung kaum Möglichkeiten bieten. Außerdem arbeitet der analoge Vollregler mit einem schlechten Wirkungsgrad und das 100Hz-gepulste, kombinierte System im CC-Betrieb mit sehr großen Einstellzeiten.

Bei von Hand steuerbaren Laborstromversorgungen ist zur Verbesserung des Wirkungsgrades bekannt, entweder bereichsweise die unregelmäßige Speisespannung entsprechend der Höhe der eingestellten Ausgangsspannung umzuschalten oder im Gleichlauf mit dem Führungsgrößensteller für die Ausgangsspannung zu steuern. Durch diese Maßnahme steigt die Verlustleistung im Längsstellglied, d. h. über der Kollektor-Emitterstrecke eines verwendeten Leistungstransistors auch bei maximalem Strom und heruntergeregelter Spannung nicht über das Maß, das sich aus der Mindestkollektoremitterspannung zur Gewährleistung der Regelung und dem Laststrom ergibt (DD-WP 201 530).

Die allgemein bekannten Schaltnetzteile bzw. Schaltregler arbeiten bei Festspannungen in einem kleinen Einstellbereich mit einem sehr guten Wirkungsgrad und großen Regelreserven gegenüber Eingangsspannungs-Schwankungen bei kleinem Leistungs-Volumen.

Es wurde bereits mit dem „Programmierbaren Schaltnetzteil“ eine bipolare Spannungs- bzw. Strom-Versorgungseinheit vorgeschlagen, die bei günstigem Leistungs-Volumen mit hohem Wirkungsgrad arbeitet und deren Ausgangsgrößen Konstantspannung (CV-Betrieb) bzw. Konstantstrom (CC-Betrieb) bis zu kleinsten Werten programmierbar sind. (WPG05F/326938.2)

Dabei wird ein Schaltteilnetz oder ein Schaltregler (Arbeitsfrequenz 20 bis 100kHz) mit einem analogen Teilregler und einem Thyristor-Polwender so kombiniert, daß am Ausgang bipolar, bis zu kleinsten Werten programmierbare Spannungs- bzw. Stromgrößen zur Verfügung stehen.

Das Schaltnetzteil bzw. der Schaltregler übernimmt dabei die Vorregelung, d. h. die Grob-Energie-Entnahme aus dem Betriebsspannungs-Netz und der analoge Teilregler ermöglicht mit seinen alternativ im Eingriff stehenden zwei Spannungs-Regelverstärkern (bipolarer CV-Betrieb über Führlleitungen) und einem Strom-Regelverstärker (CC-Betrieb mittels internen Meßwiderstand) die Feinregelung über sein Transistor-Stellglied bei günstigen Pulsations-Größen.

Dabei ist der Spannungsabfall über dem im Ausgangsstromkreis des Schaltnetztes oder des Schaltreglers angeordneten Stellgliedes der analogen Regelkreise vorzugsweise ständig auf einen konstanten Wert ausgeregelt und es wird als Ausgangsgröße des Regelsystems eine Konstantspannung oder die EMK für einen Konstantstrom erzeugt, die sich aus der Differenz der EMK auf dem Energiepuffer des Schaltreglers und dem Spannungsabfall über dem analogen Stellglied und dem Polwender ergibt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine weitere Ausgestaltung der bereits vorgeschlagenen Lösung bezüglich der bipolaren Umsteuerung der Ausgangspolarität mit geringem Aufwand für den Polwender und seiner Ansteuerschaltung.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Ausgehend von vorstehender Zielstellung besteht die Aufgabe für das bipolare programmierbare Schaltnetzteil ein Ausgangspolwender vorzuschlagen, der die ausgangstromführenden Pfade der Polwenderthyristoren untereinander und von der Steuerelektronik galvanisch trennt. Ferner soll zur Aufwandsminimierung nur eine interne Betriebsspannung für Speisung aller Baugruppen einschließlich der Steuerelektronik ausreichend sein. Die Steuerelektronik soll mit geringem Aufwand aus einem Polaritätssignal (High oder Low) die alternierende statische Zündung der Polwenderthyristoren und gleichzeitig die Ansteuerung der entsprechenden Optokoppler für die Regelverstärkerauswahl bewirken. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der am Ausgang des Regelsystems angeordnete Thyristor-Polwender mit vier Optothyristoren realisiert ist, wobei die zwei je nach Polaritätsinformation statisch durchzuschaltenden Optothyristoren mit ihren Steuerdioden, vorzugsweise in Reihe liegend, von je einer Kollektorstufe angesteuert werden, die ihrerseits einmal über einen bzw. zwei Treibertransistoren in Emitterschaltung vom Polaritätssignal MSB „U“ angesteuert werden, wobei im Emittierkreis der Treibertransistoren je die Steuerelektrode eines die Regelverstärker auswählenden Optokopplers liegen.

Ausführungsbispiel

Die Figur 1 zeigt ein programmierbares Schaltnetzteil, in dessen Ausgangs-Stromkreis ein analoges Stellglied VT 2 mit Treiber VT 1, ein Meßwiderstand RN und ein Thyristor-Polwender PW angeordnet sind. Das Stellglied VT 2 wird alternativ bei positivem CV-Betrieb in den Regelkreis mit dem Regelverstärker N 4 über den Optokoppler U 2 und der Diode VD 5, bei negativem CV-Betrieb in den Regelkreis mit Regelverstärker N 3 über Optokoppler U 3 und Diode VD 4, bei CC-Betrieb in den Regelkreis mit Regelverstärker N 2 über Diode VD 3 einbezogen, wenn der Optokoppler U 1 durch das ON-Signal aktiviert ist und damit die Treiberstrom-EMK (+UB z. B. 15V) über Widerstand R 5 anliegt. Bei CV-Betrieb wird die an den Führlleitungen SLO und SHI anliegende Istgröße UA mit der Programmgröße DAC „U“ in Abhängigkeit von der Polarität und der Steuercharakteristik (Teilungsverhältnis) mittels den in Brückenschaltung arbeitenden Regelverstärkern N 4 bzw. N 3 verglichen. Bei CC-Betrieb erfolgt der Vergleich der mittels Meßwiderstand RN gewonnenen Istgröße mit der Programmgröße DAC „I“ durch den Verstärker N 2 in Brückenschaltung.

Das Schaltnetzteil arbeitet nach den bekannten Prinzipien bei 20kHz mit dem Pulsweitenmodulator-Schaltkreis N 1 (B 260), wobei der Leistungsübertrager T 1 und der Steuertransformator T 2 die Trennung vom Netzpotential realisieren. Indem der an der Kollektor-Emitter-Strecke des Stellgliedes gebildete Spannungsabfall über Widerstand R 1 dem Regelverstärker im Schaltkreis N 1 zugeführt und dort mit einer internen Referenzgröße etwa 3,6V verglichen wird, erzeugt das Schaltnetzteil durch die Wirkung des mit dem Regelverstärker im Schaltkreis N 1 gekoppelten Pulsdauernmodulators an seinem Energiepuffer C 2, unabhängig von der Programmgröße, immer eine die Kollektor-Emitter-Spannung des Stellgliedes VT 2 in etwa um 3,6V übersteigende Spannung. Die Steilheit dieser Regelung wird durch Widerstand R 2 bestimmt, die Beruhigung durch Kondensator C 1 realisiert und der Eingang des Regelverstärkers durch Z-Diode VD 1 geschützt.

Durch die Kaskadierung des Schaltnetztes mit den analogen Regelkreisen wird somit erreicht, daß die Spannungs-Ausgangsgröße des Systems als Konstantspannung bei CV-Betrieb oder als EMK für den Konstantstrom bei CC-Betrieb immer als Differenz zwischen der Spannung über dem Energiepuffer C 2 und Kollektor-Emitter-Spannung des Stellgliedes als auch den Spannungsabfällen über den Polwenderthyristoren (VD 7 bis VD 10) gebildet wird. Alle Pulsationen, mit denen die Spannung über dem Energiepuffer C 2 noch behaftet ist, werden dabei eliminiert.

Die Verlustleistung des Stellgliedes bleibt durch die Kollektor-Emitter-Spannung von etwa 3,6V in Grenzen, bei hohen Ausgangsspannungen arbeitet das System angenähert mit dem Wirkungsgrad des Schaltnetztes.

Die Steuereinheit STE gemäß Figur 2 realisiert abhängig vom Signal MSB „U“ die Ausgangspolung mittels Polwenderthyristoren VD 7 bis VD 10.

Als Thyristoren VD 7 und VD 10 des Polwenders PW werden Optothyristoren eingesetzt, die bei statischer Ansteuerung des optoelektronischen Systems (statisch „durchgezündet“) ebenso wie die üblichen Thyristoren im Laststrompfad Diodencharakteristik annehmen, wobei die gewünschte galvanische Trennung erreicht wird.

Jeweils zwei Optothyristoren VD 7 und VD 8 bzw. VD 9 und VD 10 werden, steuerseitig in Reihe geschaltet, von den Transistor-Endstufen in Kollektorschaltung VT 7 bzw. VT 6, von den Widerständen R 10 bzw. R 11 begrenzt, mit dem für die statische Durchzündung notwendigen Gate-Strom versorgt. Die Treiberstufen VT 4 bzw. VT 5 steuern parallel die Optokoppler U 2 bzw. U 3 mit einem von R 9 bzw. R 8 begrenzten Strom. Der alternierende Betrieb wird erreicht, indem der Treiber VT 5 direkt und der Treiber VT 4 über den Transistor-Negator VT 3 von dem Signal MSB „U“ gesteuert wird. Die Kondensatoren C 3 bzw. C 4 unterbinden eine ungewollte Zündung der Optothyristoren bei eventuellen Störimpulsen. Eine Zündung aller Thyristoren des Polwenders (Kurzschluß des Ausganges) wird erreicht, wenn die Anschlußpunkte B und C gleichzeitig durch eine entsprechende Schaltung auf das Potential des Anschlusses A gelegt werden.

Voraussetzung für die Umsteuerung des Polwenders PW durch Änderung des Signalpegels MSB „U“ ist, daß das programmierbare Schaltnetzteil vorher von dessen Controller auf OFF gesteuert wurde (etwa 500ms). Ebenso muß die ON-Steuerung zeitverzögert zum Anlegen neuer Programm-Daten und zum MSB „U“ erfolgen (etwa 500ms).

Die jeweils an zwei Optothyristoren auftretenden Spannungsabfälle müssen als Regelreserve des Programmierbaren Schaltnetzteiles konzipiert sein. Im Moment der ON-Steuerung beginnt bei statisch durchgezündeten Optothyristoren der Stromfluß bei einer angelegten Spannung, die dem Wert im eingeschwungenen Zustand entspricht (kein Überschwingen).

Liegt MSB „U“ auf H, wird an den Ausgang OLO über Optothyristor VD8 der positive und an den Ausgang OHI über den Optothyristor VD7 der negative Pol angelegt wobei gleichzeitig der Optokoppler U2 durchgesteuert ist.

Liegt MSB „U“ auf L, so führt der Lastausgang OLO das negative und OHI das positive Ausgangspotential wobei die Optothyristoren VD9 und VD10 statisch durchgezündet sind und bei CV-Betrieb der Regelverstärker N3 durch aktivgesteuerten Optokoppler U3 im Eingriff ist.

Der Widerstand R4 stellt eine Vorlast dar, um für den Leerlauf des Systems die Größe der Speicherdrossel L1 in Grenzen zu halten.

Über Widerstand R3 und Diode VD6 wird den CV-Regelkreisen, von der positiven internen Betriebsspannung +UB (z. B. 15V) angetrieben, eine Gegenspannung aufgeprägt, um die Regelung kleiner UA-Größen zu verstellern.

Die Widerstände R6 und R7 realisieren eine lose Kopplung der Fühlleitungen mit den zugeordneten Lastleitungen, um das Hochregeln der Ausgangsspannung weit über den Programmwert bei nicht angeschlossenen Fühlleitungen zu unterbinden.

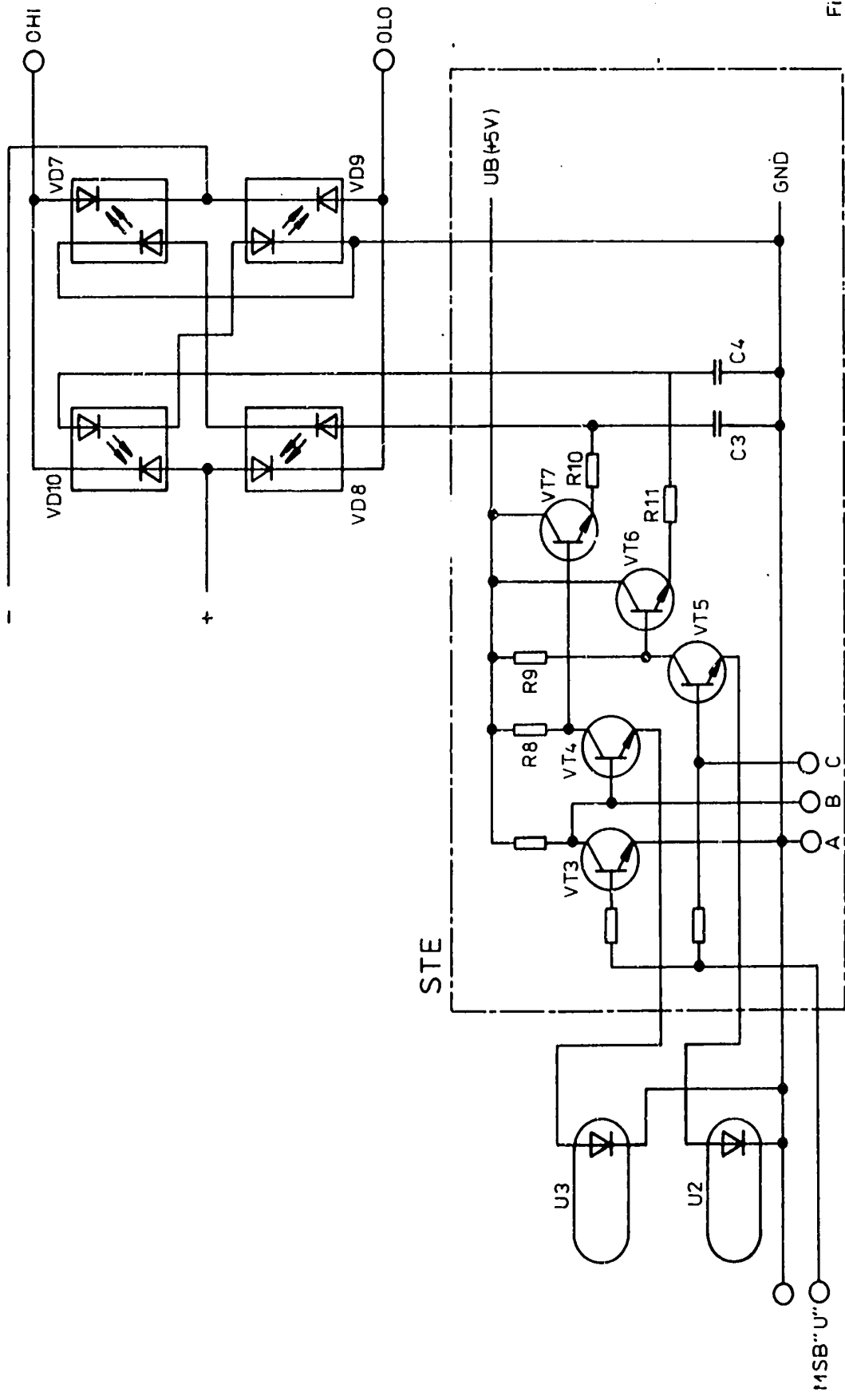


Fig.2