



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 42 21 910 B4** 2004.09.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 42 21 910.8**
(22) Anmeldetag: **03.07.1992**
(43) Offenlegungstag: **14.01.1993**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.09.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H02M 7/48**
H02M 7/44
// H02J 9/04

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:

91-11258 03.07.1991 KR

(71) Patentinhaber:

Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Kyonggi, KR

(74) Vertreter:

WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und Rechtsanwälte, 81541 München

(72) Erfinder:

Jee, Kyung Ha, Daejeon, KR

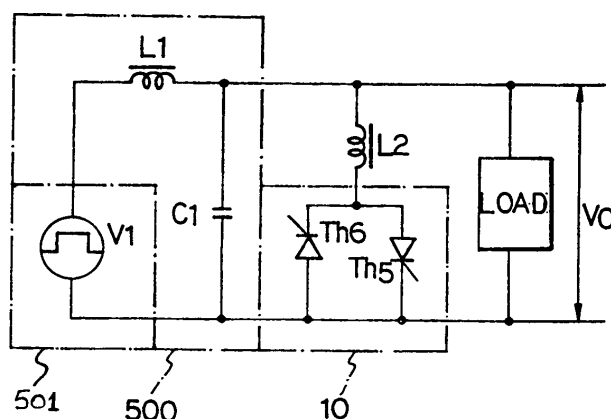
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 17 337 C2
DE 20 28 034 A1
US 37 10 229
US 35 90 362
JP 01-155412 AA;

(54) Bezeichnung: **Schalteranordnung zur automatischen Spannungsregelung unter Berücksichtigung von Blindleistung**

(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung zur automatischen Regelung einer Versorgungsspannung (V_0) für eine einen Blindanteil aufweisende Last, umfassend

- einen die Versorgungsspannung (V_0) bereitstellenden Thyristor-Wechselrichter (501), der über ein ausgangsseitig angeordnetes Tiefpassfilter (500) an der Last liegt,
- eine parallel zur Last liegende Blindleistungs-Regelschaltung (400) mit zwei antiparallel geschalteten Thyristoren (Th5, Th6) und einer in Reihe zu diesen Thyristoren (Th5, Th6) geschalteten Induktivität ($L2$), welche dem Ausgleich von durch Veränderungen der Last bedingten Blindleistungsschwankungen dient,
- eine Reglerbaugruppe (100) mit einem Proportional-Integral-Regler (40), der aus der Differenz der an der Last liegenden Versorgungsspannung (V_0) und einem Sollwert (V_r) dieser Spannung einen Ausgangswert (V_0') ermittelt,
- eine Dreiecksignal-Generator-Baugruppe (200) mit einem ersten Dreieckssignal-Generator (60) und einem zweiten Dreieckssignal-Generator (70), die aus einem periodischen Signal eines Signalgenerators (50) Dreieckssignale mit einer Phasenwinkeldifferenz von 90° bereitstellen, sowie
- eine an die Reglerbaugruppe (100) und die Dreieckssignal-Generator-Baugruppe (200) angeschlossene Vergleichsschaltung (300), die durch...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung für eine Blindleistung aufweisende Last.

[0002] Die Übertragung von Spannungen über Wechselrichter geschieht bei Geräten zur unterbrechungsfreien Versorgung mit Wechselstrom, Geräten zur automatischen Einstellung von Wechselspannung und Regelgeräten für Wechselstrommotoren.

[0003] Bei der Übertragung der Wechselstromleistung über den Wechselrichter weist die Leistung infolge der Eigenschaften des Wechselrichters Oberwellenkomponenten auf. Im Falle eines Thyristor-Wechselrichters großer Leistung bei niedriger Frequenz von über 50 kVA ist an einem Ausgangsanschluß des Wechselrichters eine ferroresonante Schaltungsanordnung zur Einstellung der Spannung am Ausgangsanschluß vorgesehen.

[0004] Jedoch können in der ferroresonanten Schaltungsanordnung induktive Bauelemente des Resonanzkreises durch einen großen Kreisstrom bei leichter Belastung zum Abbrennen gebracht werden, und daher wird zur Vermeidung dieses Risikos eine getrennte Kühleinrichtung benutzt. Dennoch bestehen weiterhin Schwierigkeiten wegen des niedrigen Wirkungsgrades und der geringen Betriebssicherheit; es treten häufig Störungen auf.

[0005] Ferner müssen bei Verwendung der ferroresonanten Schaltungsanordnung wegen der Ferroresonanz stets induktive Bauelemente vorgesehen werden, um gegen Schäden durch Überhitzung zu schützen, und das induktive Bauelement muß in regelmäßigen Zeitabständen ersetzt werden, was viele Unannehmlichkeiten mit sich bringt.

Stand der Technik

[0006] Aus JP 01-155412 A ist es bekannt, zwischen einem Wechselrichter und einer von dem Wechselrichter gespeisten Last zwei parallel zur Last geschaltete, spannungsstabilisierende Kompensationseinrichtungen vorzusehen, die jeweils ein Paar antiparallel geschalteter Thyristoren sowie eine in Reihe zu dem Thyristorpaar geschaltete Induktivität aufweisen. Die Thyristoren beider Kompensationseinrichtungen werden von einer Steuerschaltung abhängig von dem in die Last fließenden Strom und der an der Last anliegenden Spannung gesteuert.

[0007] Aus DE 2 028 034 A1 ist ein Verfahren zur Regelung der Ausgangsspannung eines impulskommutierten Wechselrichters bekannt, bei dem zwei abwechselnd leitfähige Stromrichter des Wechselrichters mit im wesentlich gleichartigen, jedoch zeitlich zueinander versetzten Puls-Steuersignalen angesteuert werden, wobei eine gewünschte Ausgangsspannung des Wechselrichters über eine geeignete Einstellung der Pulsbreite der Pulse der Steuersignale erzielt wird.

[0008] US 3,590,362 A schließlich offenbart einen Wechselrichter, dessen Ausgangsspannung mittels eines Ferroresonanz-Reglers abhängig unter anderem von Lastbedingungen geregelt wird.

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur automatischen Regelung einer Versorgungsspannung für eine einen Blindanteil aufweisende Last zu schaffen, bei der bei übermäßiger Erzeugung von Blindleistung infolge einer Veränderung der Last die an dieser liegende Spannung dennoch auf einem gleichbleibenden Niveau gehalten wird.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0011] Weitere bevorzugte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus Anspruch 2.

Ausführungsbeispiel

[0012] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

[0013] Es zeigt:

[0014] **Fig. 1** einen Schaltplan eines Schaltteils, Tiefpaßfilters und Wechselrichters zur Verwendung in der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung,

[0015] **Fig. 2** Wellenformen der Treibersignale zum Ansteuern des herkömmlichen Impulskommutierung-Thyristor-Wechselrichters,

[0016] **Fig. 3** Wellenformen der Ausgangsspannung des herkömmlichen Impulskommutierung-Thyristor-Wechselrichters,

[0017] **Fig. 4A bis 4C** Spannungs- bzw. Strom-Wellenformen bei Ansteigen der Blindleistung im herkömmlichen Impulskommutierung-Thyristor-Wechselrichter,

[0018] **Fig. 5** eine herkömmliche Schaltungsanordnung eines Impulskommutierung-Thyristor-Wechselrich-

ters,

[0019] **Fig. 6** ein Blockschaltbild von Komponenten der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung,

[0020] **Fig. 7** Wellenformen je von hauptsächlichen Bauelementen der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung,

[0021] **Fig. 8** ein Blockschaltbild einer Blindleistungs-Regelschaltung in der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung, und

[0022] **Fig. 9** Wellenformen der mit der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung erzeugten Ausgangsspannung.

[0023] Die Erfindung verwendet den herkömmlichen Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter, und die Arbeitsweise dieses Thyristor-Wechselrichters und die damit verbundenen Schwierigkeiten werden zusammen mit den Lösungen beschrieben.

[0024] Der im Schaltplan der **Fig. 5** dargestellte Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter **501** weist eine Gleichstrom-Leistungsquelle V_s , einen elektrisch isolierten Transformator T , Thyristoren $Th1$ bis $Th4$, Dioden $D1$, $D2$ und $D3$, einen Kondensator C und ein in Reihe geschaltetes induktives Bauelement L auf. Ein Tiefpaßfilter **500** ist mit dem Wechselrichter **501** verbunden.

[0025] Die Arbeitsweise dieser Schaltungsanordnung ist gemäß **Fig. 2** folgende: **Fig. 2** zeigt Wellenformen von Impulsen zum Ansteuern der Thyristoren $Th1$ bis $Th4$. Das Signal $P1$ treibt den Thyristor $Th1$, Signal $P2$ den Thyristor $Th2$, Signal $P3$ den Thyristor $Th3$ und Signal $P4$ den Thyristor $Th4$.

[0026] Wenn die Thyristoren $Th1$, $Th2$ und $Th3$ von den zugehörigen Signalen $P1$, $P2$ und $P3$ angesteuert sind, wird die Gleichstromleistung V_s von der positiven Quellenklemme "+" über die Anschlüsse F und E des Transformators T , die Thyristoren $Th1$, $Th2$ und $Th3$ und das induktive Bauelement L an die "-"-Kathode der Gleichstrom-Leistungsquelle V_s angelegt.

[0027] Unter diesen Bedingungen wird ein Teil der Gleichspannung V_s über den Thyristor $Th2$ an den Kondensator C angelegt, und sobald das Ladungsniveau das Zweifache der Gleichstrom-Leistungsquelle V_s erreicht hat, wird der Thyristor $Th2$ gesperrt. Ferner wird zum Zeitpunkt $t1$ der Thyristor $Th4$ angesteuert und der Thyristor $Th3$ gesperrt.

[0028] Es fließt daher ein Resonanzstrom vom Kondensator C durch den Thyristor $Th4$ und das induktive Bauelement L zur Diode $D1$, und aufgrund des erhöhten Stroms wird im induktiven Bauelement L mehr Energie gespeichert.

[0029] Wenn der Resonanzstrom ab dem Zeitpunkt abnimmt, in dem die Zwischenklemmenspannung des induktiven Bauelements L mit der negativen Gleichspannung V_s gleich wird, wird die im induktiven Bauelement L gespeicherte Energie über eine Sekundärwicklung und die Diode $D3$ an den positiven Anschluß "+" der Gleichstrom-Leistungsquelle V_s abgegeben, wodurch Energieverlust erzeugt wird.

[0030] Im Zeitpunkt $t2$ sind alle Thyristoren $Th1$ bis $Th4$ unterbrochen, und im Zeitpunkt $t3$ werden die Thyristoren $Th1$, $Th2$ und $Th3$ angesteuert, derart, daß der Strom über die Anschlüsse F und G des Transformators T , die Thyristoren $Th2$ und $Th4$ und das induktive Bauelement L an den negativen Anschluß "-" der Gleichstrom-Leistungsquelle V_s angelegt wird, wodurch die Ausgangsspannung von der Sekundärseite des Transformators T umgerichtet wird. Unter diesen Bedingungen wird der Thyristor $Th2$ aus dem Durchlaßzustand zum Speichern der kommutierten Energie in einen natürlich bzw. frei kommutierten Zustand umgeschaltet, wenn der Ladestrom des kommutierenden Kondensators C auf Null absinkt.

[0031] Gemäß **Fig. 3** kann der Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter **501** den Zündwinkel α des Thyristors und den effektiven Spannungswert beeinflussen.

[0032] Um die an die Last angelegte Spannung zu einer Sinuswelle zu formen, weist ein Tiefpaßfilter **500** ein induktives Bauelement $L1$ und einen Kondensator $C1$ auf, weil das Ausgangssignal des Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichters **501** eine Vielzahl von Oberwellenkomponenten enthält.

[0033] Bei niedrigem Leistungsfaktor ($\cos \Theta$) der Last wird hier die Blindleistung im Tiefpaßfilter **500** gegenüber der Leistungsaufnahme der Last erhöht, und gleichzeitig wird die Größe der Ausgangsleistung erhöht und erzeugt verzerrte Spannungswellen.

[0034] Wegen des Einflusses einer solchen Blindleistung erhält die Ausgangsspannung von den Sekundäranschlüssen des Transformators T die in **Fig. 4A** dargestellte Form, und der Ausgangsstrom erzeugt eine Wellenform gemäß **Fig. 4B**, die im Vergleich mit einer Frequenz einer Normalspannung sehr viele Oberwellenkomponenten enthält.

[0035] Ferner hat die Ausgangsspannung V_0 gemäß **Fig. 4C** eine verzerrte Wellenform, die sehr viele Oberwellenkomponenten enthält, und an die ungleichnamigen Anschlüsse der Last wird aufgrund eines Güteverhältnisses und wegen der Wellenform der Blindspannung aus dem vom induktiven Bauelement $L1$ und dem Kondensator $C1$ gebildeten Tiefpaßfilter **500** eine Spannung mit der verzerrten Wellenform angelegt. Unter diesen Bedingungen läßt sich der Maximalwert V_m einer Ausgangsspannung der Grundkomponente der Wellenform, die an die ungleichnamigen Anschlüsse der Last angelegt wird, folgendermaßen ausdrücken:

$$V_m = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{C}{L} \cdot V_1 \cdot R_0 \quad \dots \quad (1)$$

$$\left(W = \frac{1}{WC}, \frac{L}{C} > R_0 \right)$$

worin V_1 die Klemmenspannung der Sekundärseite des Transformators T und R_0 einen Wirkwiderstand der Last darstellt.

[0036] Wenn an die Lastanschlüsse eine Wechselspannung, ausgedrückt durch $V_o = V_m \sin \omega t$, angelegt wird, und angenommen wird, daß ein Strom $i_o = I_m \sin (\omega t - \theta)$ fließt, dann läßt sich eine Augenblicksleistung P durch das Produkt aus Spannung und Strom folgendermaßen ausdrücken:

$$P = V_o \times i_o = V_m \sin \omega t \times I_m \sin (\omega t - \theta)$$

$$= V_m I_m \frac{\cos \theta - \cos(2\omega t - \theta)}{2}$$

$$= \frac{V_m I_m}{2} \cos \theta - \frac{V_m I_m}{2} \cos(2\omega t - \theta) \quad \dots \quad (2)$$

[0037] Wenn der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom θ ist, läßt sich die Wechselstrom-Augenblicksleistung durch die Summe aus einer konstanten Leistung mit dem Wert $V_m I_m / 2 \cos \theta$ und einer Leistung mit einem Wert $-V_m I_m / 2 \times \cos(2\omega t - \theta)$, die mit der Zeit auf doppelte Frequenz veränderbar ist, ausdrücken.

[0038] Wie sich aus der vorstehenden Gleichung 1 ergibt, ändert sich daher die Wechselstromleistung entsprechend dem Wirkwiderstand der Last R_0 und der Zeit t , und die Leistung P ist Augenblicks-Wechselstromleistung.

[0039] Entsprechend der vorstehenden Gleichung 2 wird die Augenblicksleistung P durch das Produkt aus Spannung und Strom ausgedrückt, und die Augenblicksleistung P ist abhängig vom Phasenwinkel θ zwischen der Spannung und dem Strom, wobei der Phasenwinkel θ entsprechend der Größe und der Art der Last bestimmt ist.

[0040] Daher läßt sich die Wechselstromleistung aus dem Mittelwert jeder Periode (Winkel 2π im Bogenmaß) der Augenblicksleistung nach Gleichung 1 ermitteln.

[0041] Der erste Term der Gleichung 2 ist bei einem gegebenen Phasenwinkel θ konstant, und der zweite Term hat einen Mittelwert 0 für jede Periode, weil die Leistung auf doppelte Frequenz geändert ist.

[0042] Gemäß **Fig. 4** sind die Augenblicksleistungen zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 und den Zeitpunkten t_1 und t_2 gegeneinander versetzt, und daher ist die Wechselstromleistung Null.

[0043] Im Intervall zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 wird die Leistung vom Leistungsquellenanschluß an die Last angelegt, und im Intervall zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 wird die Leistung von der Last an den Leistungsquellenanschluß zurückgeleitet.

[0044] Daher erzeugt die Ausgangsspannung nicht nur die verzerrte Wellenform, die sehr viele Oberwellenkomponenten enthält, sondern verändert sich auch durch empfindliches Ansprechen auf die Größenänderung der Last.

[0045] Die Erfindung verwendet den vorstehend beschriebenen Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter **501**, bei dem die während des Zeitintervalls ($t_1 - t_2$) zur Leistungsquelle rückgeleitete Blindleistung durch das Tiefpaßfilter so geregelt wird, daß die Spannung trotz der Änderungen der Last konstant gehalten wird, und daß an die Last eine Ausgangsspannung in nahezu Sinuswellenform angelegt werden kann.

[0046] In **Fig. 1** ist ein Schaltteil **10** der automatischen Regelschaltungsanordnung gemäß der Erfindung dargestellt.

[0047] Vor Anlegen der Spannung V_1 vom herkömmlichen Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter **501** an die Last LOAD wird die Spannung durch den vom induktiven Bauelement L_1 und dem Kondensator C_1 gebildeten Tiefpaßfilter **500** gefiltert und dann an die Last LOAD angelegt. Zur Regelung der Blindleistung entsprechend den Änderungen der Last verwendet die Erfindung jedoch das aus Thyristoren Th_5 und Th_6 bestehende Schaltteil **10**.

[0048] **Fig. 6** ist ein Blockschaltbild, darstellend wichtige Komponenten der Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung, und diese Schaltungsanordnung regelt die Blindleistung durch Regelung des Schaltteils **10** und des Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichters **501**.

- [0049] Die Schaltungsanordnung zur automatischen Spannungsregelung gemäß der Erfindung umfaßt eine Regelbaugruppe **100** mit einem proportionalen Integrator **40**, eine Dreiecksignal-Generator-Baugruppe **200** mit einem ersten bzw. zweiten Dreiecksignal-Generator **60** bzw. **70**, eine Vergleichsschaltung **300**, eine Blindleistungs-Regelschaltung **400**, einen herkömmlichen Impulskommütierung-Thyristor-Wechselrichter (INV) **501**, der nachfolgend als "Wechselrichter" bezeichnet wird, und ein Tiefpaßfilter **500**.
- [0050] Die Regelbaugruppe **100** mit den proportionalen Integrator **40** führt eine Integrationen der Differenz zwischen einer Bezugsspannung V_r und einer Ausgangsspannung V_o von der Blindleistungs-Regelschaltung **400** durch. Die Regelbaugruppe **100** umfaßt eine Addierschaltung **30** mit einem Rückkopplungsteil **20** zum Rückführen des Ausgangs von der Blindleistungs-Regelschaltung **400**.
- [0051] Die Bezugsspannung V_r wird an die Addierschaltung **30** angelegt, derart, daß die Addierschaltung **30** eine Differenz (ΔV) zwischen der Bezugsspannung V_r und der Ausgangsspannung V_o' des Rückkopplungsteils **20** abgeben kann. Die Ausgangsspannung (ΔV) von der Addierschaltung **30** der Regelbaugruppe **100** wird den proportionalen Integrator **40** zugeleitet und dort integriert.
- [0052] Die Dreiecksignal-Generator-Baugruppe **200** umfaßt einen Signalgenerator **50** zum Erzeugen periodischer Signale mit einer vorbestimmten Frequenz und einen ersten und einen zweiten Dreiecksignal-Generator **60** bzw. **70** zum Umformen der periodischen Signale in Dreiecksignale zum Erzeugen erster und zweiter Dreiecksignale.
- [0053] Die beiden Dreiecksignal-Generatoren **60** und **70** sind an den Signalgenerator **50** angeschlossen, und das vom ersten Dreiecksignal-Generator **60** erzeugte erste Dreiecksignal eilt demjenigen des zweiten Dreiecksignal-Generators **70** um 90° vor.
- [0054] Die Vergleichsschaltung **300** vergleicht einen Ausgang von der Regelbaugruppe **100** mit dem ersten und dem zweiten Dreiecksignal und umfaßt einen an den proportionalen Integrator **40** und den ersten Dreiecksignal-Generator **60** angeschlossenen ersten Vergleich OP1 und einen an den proportionalen Integrator **40** und den zweiten Dreiecksignal-Generator **70** angeschlossenen zweiten Vergleich OP2.
- [0055] Der Wechselrichter (INV) **501** ist in gleicher Weise wie der herkömmliche Wechselrichter gemäß **Fig. 5** aufgebaut, jedoch wird sein Zündwinkel α durch den Ausgangssignal des ersten Vergleichers OP1 geregelt.
- [0056] Die Blindleistungs-Regelschaltung **400** regelt die durch Änderungen der Last hervorgerufene Blindleistung durch das Ausgangssignal des zweiten Vergleichers OP2 und umfaßt einen Schaltsignal-Generator **80** zum Erzeugen eines ersten und eines zweiten Schaltsignals entsprechend der Polarität der Ausgangsspannung V_o und des Ausgangs vom zweiten Vergleich OP2, und einen Schaltteil **10** zum Regeln der Ausgangsspannung entsprechend dem ersten und dem zweiten Schaltsignal.
- [0057] Der Schaltsignal-Generator **80** umfaßt einen mit dem zweiten Vergleich OP2 verbundenen monostabilen Impulsgenerator **2** zum Erzeugen periodischer Signale entsprechend dem Ausgangssignal des zweiten Vergleichers OP2. Die vom Impulsgenerator **2** erzeugten periodischen Signale haben eine Impulsbreite, die den Zeitkonstanten eines Widerstandes R_1 und eines Kondensators C_2 entspricht.
- [0058] Der Schaltsignal-Generator **80** umfaßt ferner einen an den Ausgangsanschluß V_o'' (in **Fig. 6** gezeigt) angeschlossenen Polaritätsdetektor **1**, der bei negativer Polarität der Spannung des Ausgangsanschlusses V_o'' Signale von hohem Schaltwert über einen Anschluß "b" und bei positiver Polarität der Spannung des Ausgangsanschlusses über einen Anschluß "a" abgibt.
- [0059] Der Impulsgenerator **2** und der Polaritätsdetektor **1** des Schaltsignal-Generators **80** sind je mit UND-Gliedern A_1 und A_2 so verbunden, daß die UND-Glieder A_1 und A_2 Signale von hohem Schaltwert je nach den Ausgangswerten Impulsgenerators **2** und des Polaritätsdetektors **1** abgeben können.
- [0060] Gemäß **Fig. 1** umfaßt der Schaltteil **10** ferner Thyristoren Th_5 und Th_6 , die mit dem Ausgangsanschluß V_o'' verbunden sind, derart, daß sie mit dem Ausgang vom Schaltsignal-Generator **80** ansteuerbar sind.
- [0061] Zwei Puffer sind mit B_1 und B_2 bezeichnet, und der zweite Vergleich OP2 gehört nicht zum Schaltsignal-Generator **80**, sondern ist in **Fig. 8** nur zur einfacheren Erläuterung dargestellt.
- [0062] Gemäß **Fig. 7** ist die Arbeitsweise der Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung im einzelnen folgende: Das Dreiecksignal P_5 wird vom ersten Dreiecksignal-Generator **60** abgegeben, das Signal P_6 vom Wechselrichter (INV) **501** und das Dreiecksignal P_7 vom zweiten Dreiecksignal-Generator **70**.
- [0063] Das Signal P_8 ist eine Wellenform einer an die positiven und negativen Anschlüsse der Thyristoren Th_5 und Th_6 angelegten Spannung, und das Signal P_9 ist eine Wellenform einer an die Last angelegten Spannung. Das Signal P_{10} ist eine Wellenform einer Spannung, die über das UND-Glied A_1 an den Thyristor Th_5 angelegt wird, und das Signal P_{11} ist eine Wellenform einer Ansteuersignalspannung, die über das UND-Glied A_2 an den Thyristor Th_6 anzulegen ist.
- [0064] In einem Normalzustand der Last wird die an sie angelegte Ausgangsspannung durch den Rückkopplungsteil **20** an die Addierschaltung **30** in Form einer Rückkopplungsspannung V_o' übertragen.
- [0065] Weil die Addierschaltung **30** bereits die Bezugsspannung V_r gehalten hat, werden die Differenzspannungen (ΔV) zwischen der Rückkopplungsspannung V_o' und der Bezugsspannung V_r einer proportionalen Integration durch den Integrator **40** unterworfen. Wenn jedoch die Rückkopplungsspannung V_o' in einem Normalzustand ist, liegen die Differenzspannungen (ΔV) auf einem höheren Niveau als die Dreiecksignale des ers-

- ten und des zweiten Dreiecksignal-Generators **60** und **70**, derart, daß die beiden Vergleicher OP1 und OP2 Signale von niedrigem Schaltwert abgeben können.
- [0066] Die Signale von niedrigem Schaltwert des ersten Vergleichers OP1 können den Wechselrichter (INV) **501** nicht beeinflussen, so daß er die Zündwinkel der Thyristoren Th1 bis Th4 und die Ausgangswirkleistungen kontinuierlich aufrechterhalten kann. Ferner können Ausgangssignale von niedrigem Schaltwert vom zweiten Vergleichers OP2 den monostabilen Impulsgenerator **2** nicht beeinflussen, so daß der Ausgang auf niedrigem logischen Niveau gehalten werden kann.
- [0067] Daher sind die UND-Glieder A1 und A2 auf niedrigem logischen Niveau gehalten und können somit Signale von niedrigem Schaltwert abgeben, wodurch die Thyristoren Th5 und Th6 gesperrt werden.
- [0068] Durch diesen Sperrzustand der Thyristoren Th5 und Th6 ist sichergestellt, daß die Ausgangsspannung V_o kontinuierlich der Last zugeleitet wird. Unter diesen Bedingungen kann die an die Thyristoren Th5 und Th6 angelegte Spannung eine Sinuswellenform wie das Signal P8 behalten, derart, daß die Ausgangsspannung V_o die Sinuswellenform wie das Signal P9 erhalten kann.
- [0069] Wenn jedoch die Ausgangsspannung V_o entsprechend der durch Veränderungen der Last bedingten Zunahme der Blindleistung ansteigt, wird die Ausgangsspannung V_o' vom Integrator **40** niedriger als das erste und das zweite Dreiecksignal P5 und P6, wie in **Fig. 7** mit gestrichelten Linien angedeutet.
- [0070] Unter diesen Bedingungen erkennt der erste Vergleichers OP1, daß das erste Dreiecksignal niedriger als die Spannung V_o' ist und legt an den Wechselrichter (INV) **501** ein Signal von hohem Schaltwert an, derart, daß der Zündwinkel α der Thyristoren Th1 bis Th4 vergrößert werden kann und die Wirkleistung verringert wird.
- [0071] In der Zwischenzeit vergleicht der zweite Vergleichers OP2 die Ausgangsspannung V_o' vom Integrator **40** mit dem Ausgang vom zweiten Dreiecksignal-Generator **70**, dessen Phasenwinkel um 90° dem ersten Dreiecksignal P6 nacheilt, und gibt Treibersignale P10 und P11 für den Schaltsignal-Generator **80** ab. Die Treibersignale P10 und P11 vom zweiten Vergleichers OP2 steuern den Impulsgenerator **2** an, der zweckdienliche periodische Signale entsprechend den Zeitkonstanten des Kondensators C2 und des Widerstandes R1 abgibt.
- [0072] Der Polaritätsdetektor **1** stellt eine negative Polarität für die Ausgangsspannung V_o zum Zeitpunkt t_1 fest, derart, daß ein Signal von hohem Schaltwert über einen Anschluß "b" an das zweite UND-Glied A2 angelegt wird. Das UND-Glied A2 empfängt dann die Signale von hohem Schaltwert vom Polaritätsdetektor **1** und dem Impulsgenerator **2** und leitet sie einem Thyristor Th6 zu. Dieser wird daher in leitenden Zustand geschaltet, derart, daß die wegen der Veränderungen der Last ansteigende Blindleistung über den Thyristor Th6 und das induktive Bauelement L2 zur Regelung der Größe der Ausgangsspannung P9 rückgeführt werden kann.
- [0073] Andererseits, ist die Ausgangsspannung V_o positiv, gibt der Polaritätsdetektor **1** ein Signal von hohem Schaltwert über den Anschluß "a" an das UND-Glied A1 ab, derart, daß ein dem Signal P11 gleiches Treibersignal an den Thyristor Th5 angelegt werden kann.
- [0074] Somit wird die den Veränderungen der Last entsprechende Blindleistung über die Thyristoren Th5 und Th6 und eine Drossel L3 rückgeleitet, derart, daß der effektive Wert der Ausgangsspannung V_o konstant gehalten werden kann.
- [0075] **Fig. 9** zeigt Wellenformen, die bei einem praktischen Versuch ermittelt wurden: Die Wellenform gemäß **Fig. 9A** entspricht einer Ausgangsspannung unter minimaler Lastbedingung. Die Wellenform gemäß **Fig. 9B** entspricht einer Ausgangsspannung unter Halblastbedingung, und die Wellenform gemäß **Fig. 9C** entspricht einer Wellenform unter Vollastbedingung.
- [0076] Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß die den Veränderungen der Last entsprechende Blindleistung mittels einer proportionalen Integrierschaltung festgestellt wird, und daß der Schaltteil entsprechend der Größe der Blindleistung angesteuert wird, derart, daß die Ausgangsspannung unabhängig von den Veränderungen der Last stabil gehalten werden kann. Ferner ist der große Kreisstrom, der bei kleiner Last durch das Tiefpaßfilter fließt, begrenzt, so daß Abbrennen oder Schäden aufgrund der induktiven Ströme verhindert werden können.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur automatischen Regelung einer Versorgungsspannung (V_o) für eine einen Blindanteil aufweisende Last, umfassend
 - einen die Versorgungsspannung (V_o) bereitstellenden Thyristor-Wechselrichter (**501**), der über ein ausgangsseitig angeordnetes Tiefpassfilter (**500**) an der Last liegt,
 - eine parallel zur Last liegende Blindleistungs-Regelschaltung (**400**) mit zwei antiparallel geschalteten Thyristoren (Th5, Th6) und einer in Reihe zu diesen Thyristoren (Th5, Th6) geschalteten Induktivität (L2), welche dem Ausgleich von durch Veränderungen der Last bedingten Blindleistungsschwankungen dient,
 - eine Reglerbaugruppe (**100**) mit einem Proportional-Integral-Regler (**40**), der aus der Differenz der an der Last liegenden Versorgungsspannung (V_o) und einem Sollwert (V_r) dieser Spannung einen Ausgangswert (V_o') ermittelt,
 - eine Dreiecksignal-Generator-Baugruppe (**200**) mit einem ersten Dreieckssignal-Generator (**60**) und einem

zweiten Dreieckssignal-Generator (**70**), die aus einem periodischen Signal eines Signalgenerators (**50**) Dreieckssignale mit einer Phasenwinkeldifferenz von 90° bereitstellen, sowie

- eine an die Reglerbaugruppe (**100**) und die Dreieckssignal-Generator-Baugruppe (**200**) angeschlossene Vergleichsschaltung (**300**), die durch Vergleich je eines der Dreieckssignale mit dem Ausgangswert ($\overline{V_o}$) der Reglerbaugruppe (**100**) Vergleicherausgangssignale erzeugt, welche der Ansteuerung der Thyristoren (Th1-Th4, Th5, Th6) des Wechselrichters (**501**) und der Blindleistungs-Regelschaltung (**400**) dienen.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blindleistungs-Regelschaltung (**400**) einen Ansteuersignale für die Thyristoren (Th5, Th6) der Blindleistungs-Regelschaltung (**400**) erzeugenden Schaltsignal-Generator (**80**) umfasst, welcher aufweist:

- einen Polaritätsdetektor (**1**), welcher auf eine aus der Versorgungsspannung (V_o) des Wechselrichters (**501**) abgeleitete, vom Tiefpassfilter (**500**) ausgangsseitig bereitgestellte Wechselspannung (V_o) anspricht und der Polaritätserkennung dieser Wechselspannung dient,
- einen auf eines der Vergleicherausgangssignale ansprechenden monostabilen Impulsgenerator (**2**), welcher in Abhängigkeit von dem betreffenden Vergleicherausgangssignal ein Impulssignal vorbestimmter Impulsbreite ausgibt,
- UND-Glieder (A1, A2) zum Ausführen logischer UND-Verknüpfungen zwischen dem Impulssignal des Impulsgenerators (**2**) und je einem Polaritätsausgangssignal (a, b) des Polaritätsdetektors (**1**) sowie
- mit den Thyristoren (Th5, Th6) der Blindleistungs-Regelschaltung (**400**) verbundene Puffer (B1, B2) zur Pufferung logischer Ausgangssignale der UND-Glieder (A1, A2).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG.4

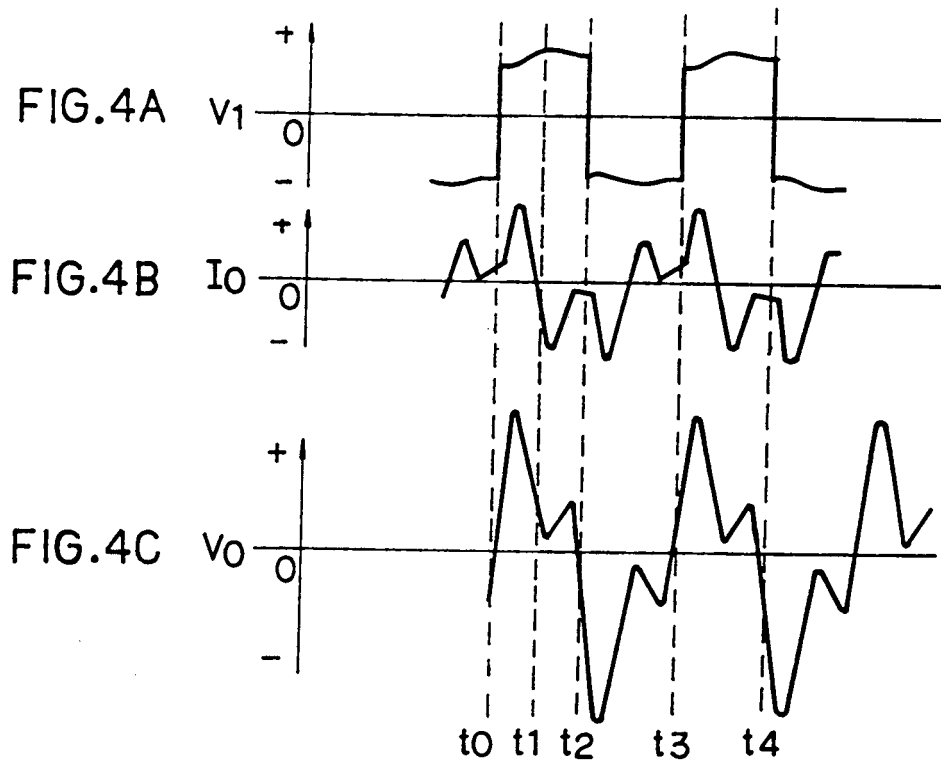


FIG.1

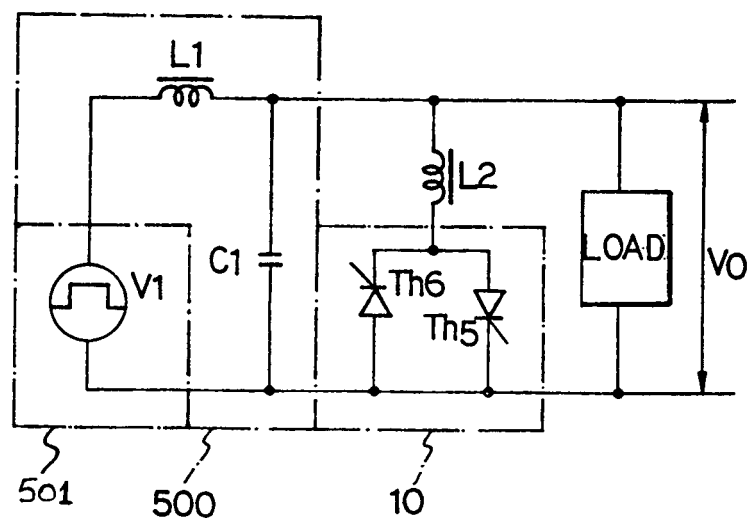


FIG.5

Stand der Technik

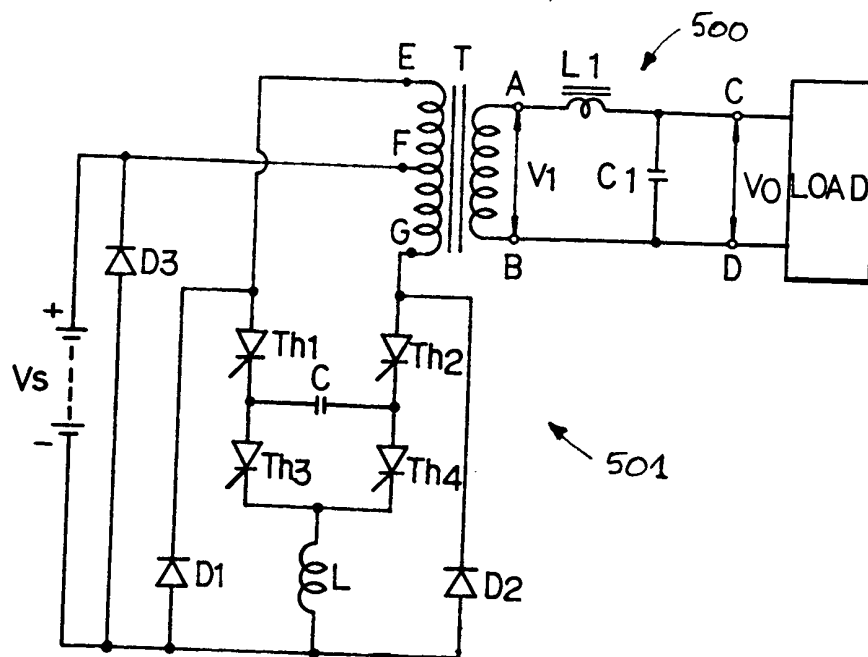


FIG. 2

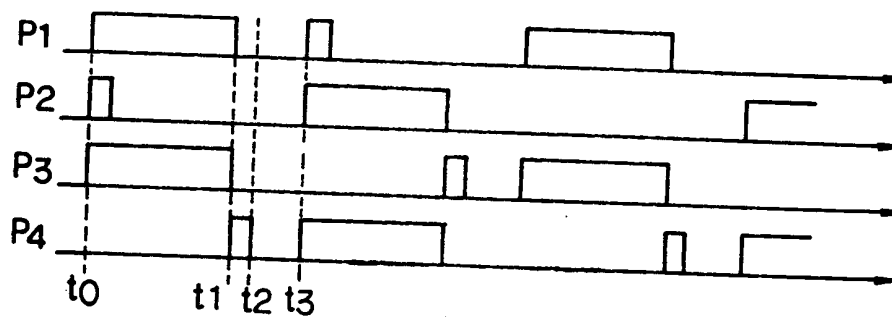


FIG. 3

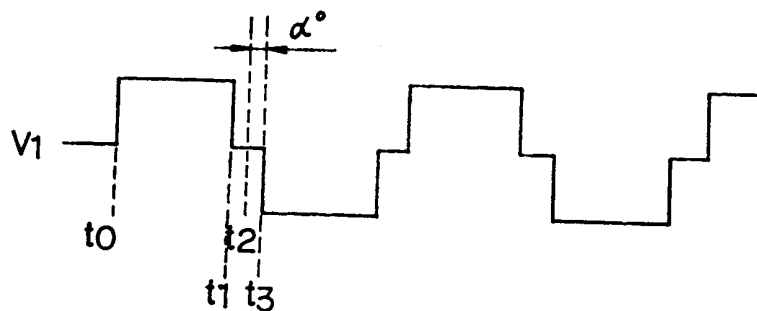


FIG. 6

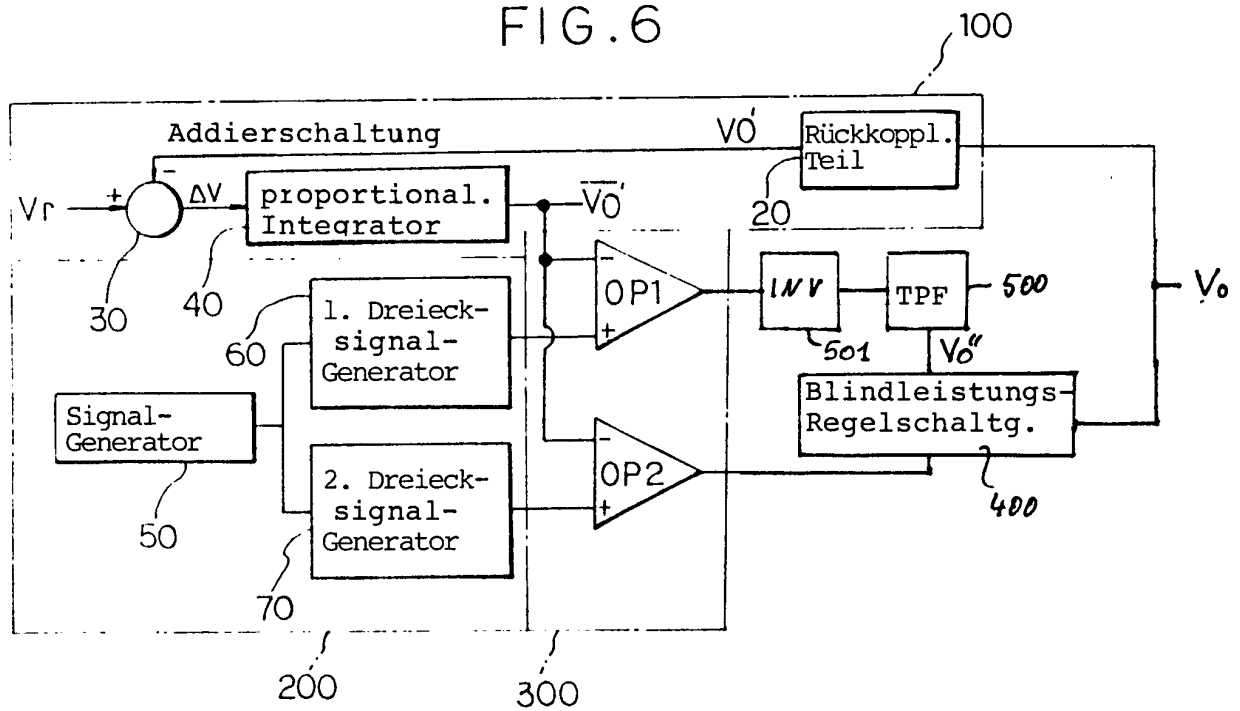


FIG. 7

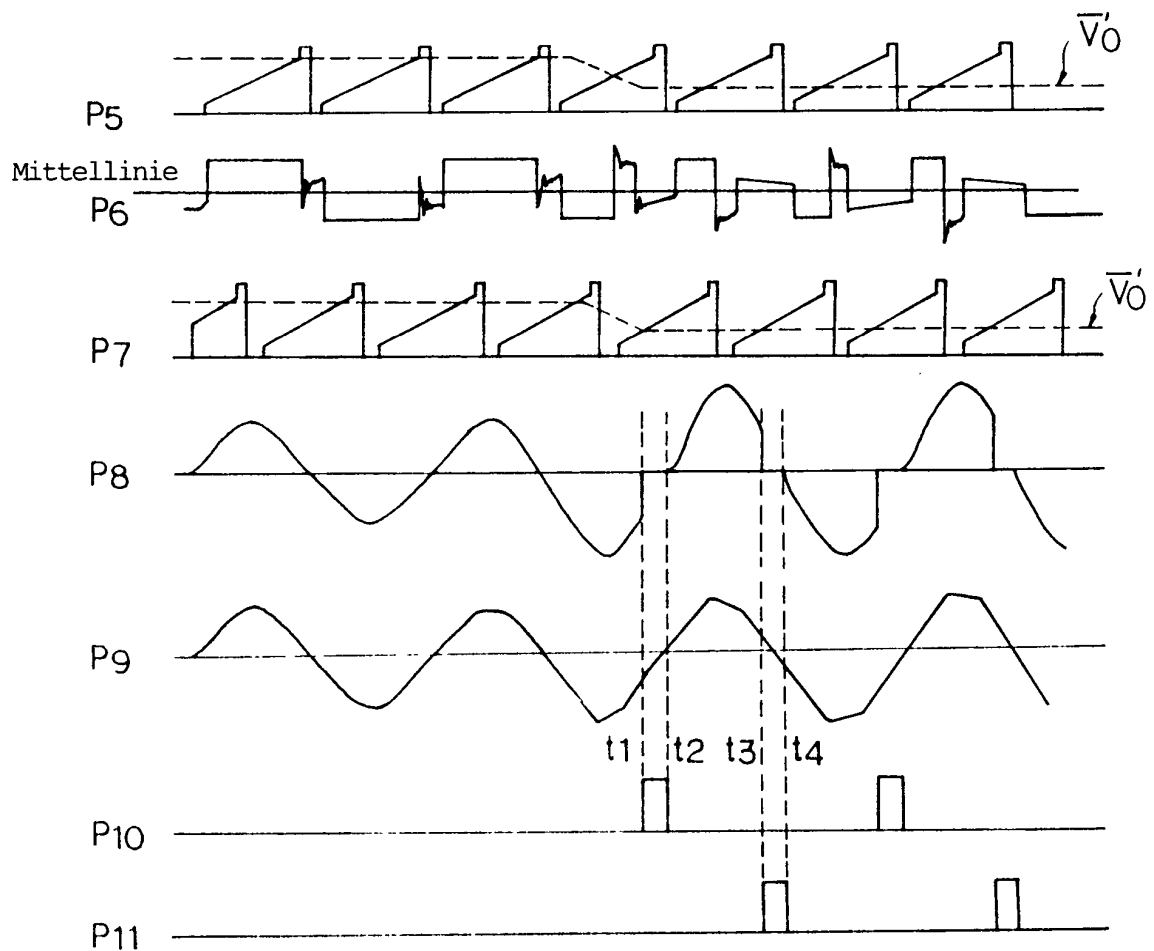


FIG. 8

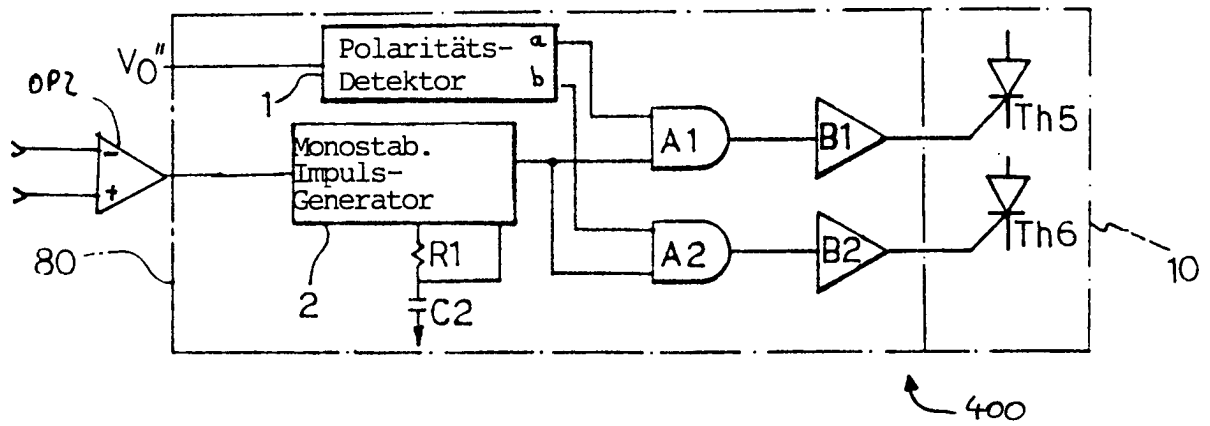


FIG. 9

