



(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) Anmelddatum: 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

(72) Erfinder:
Jee, Kyung Ha, Daejeon, KR

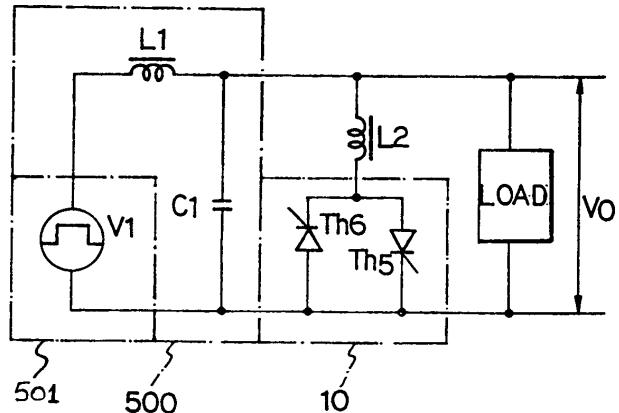
(71) Patentinhaber:
Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Kyonggi,
KR

(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;

(74) Vertreter:
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München

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

(57) Hauptanspruch: 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 Dreiecksignal-Generator (60) und einem zweiten Dreiecksignal-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 Dreiecksignal-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 Kühlseinrichtung 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 impulscommutierten 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 Trebersignale 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 Erf indung, und

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

[0023] Die Erfindung verwendet den herkömmlichen Impulskommutierung-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 Impulskommutierung-Thyristor-Wechselrichter **501** weist eine Gleichstrom-Leistungsquelle Vs, 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 Vs 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 Vs angelegt.

[0027] Unter diesen Bedingungen wird ein Teil der Gleichspannung Vs über den Thyristor Th2 an den Kondensator C angelegt, und sobald das Ladungsniveau das Zweifache der Gleichstrom-Leistungsquelle Vs 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 Vs gleich wird, wird die im induktiven Bauelement L gespeicherte Energie über eine Sekundärwicklung und die Diode D3 an den positiven Anschluß "+" der Gleichstrom-Leistungsquelle Vs 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 Vs 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 Impulskommutierung-ThyristorWechselrichter **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 Impulskommutierung-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 Ausgangstrom erzeugt eine Wellenform gemäß **Fig.** 4B, die im Vergleich mit einer Frequenz einer Normalspannung sehr viele Oberwellenkomponenten enthält.

[0035] Ferner hat die Ausgangsspannung V0 gemäß **Fig.** 4C eine verzerrte Wellenform, die sehr viele Oberwellenkomponenten enthält, und an die ungleichnamigen Anschlüsse der Last wird aufgrund eines Gütekwertes 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:

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

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

worin V_1 die Klemmspannung der Sekundärseite des Transformatoren 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:

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

$$\begin{aligned} &= V_m I_m \frac{\cos \Theta - \cos(2\omega t - \Theta)}{2} \\ &= \frac{V_m I_m}{2} \cos \Theta - \frac{V_m I_m}{2} \cos(2\omega t - \Theta) \quad \dots \quad (2) \end{aligned}$$

[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 $-V_m I_m / 2 \cos(2\omega t - \Theta)$, 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 Impulskommutter-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 Schalteil **10** der automatischen Regelschaltungsanordnung gemäß der Erfindung dargestellt.

[0047] Vor Anlegen der Spannung V_1 vom herkömmlichen Impulskommutter-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 Schalteil **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 Schalteils **10** und des Impulskommutter-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 Impulscommutierung-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 Dreiecksigale zum Erzeugen erster und zweiter Dreiecksigale.

[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 Vergleicher OP1 und einen an den proportionalen Integrator **40** und den zweiten Dreiecksignal-Generator **70** angeschlossenen zweiten Vergleicher 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 Vergleicher OP2, und einen Schalteil **10** zum Regeln der Ausgangsspannung entsprechend dem ersten und dem zweiten Schaltsignal.

[0057] Der Schaltsignal-Generator **80** umfaßt einen mit dem zweiten Vergleicher 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) angeschossenen 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 A1 und A2 so verbunden, daß die UND-Glieder A1 und A2 Signale von hohem Schaltwert je nach den Ausgangswerten Impulsgenerators **2** und des Polaritätsdetektors **1** abgeben können.

[0060] Gemäß Fig. 1 umfaßt der Schalteil **10** ferner Thyristoren Th5 und Th6, 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 B1 und B2 bezeichnet, und der zweite Vergleicher 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 P5 wird vom ersten Dreiecksignal-Generator **60** abgegeben, das Signal P6 vom Wechselrichter (INV) **501** und das Dreiecksignal P7 vom zweiten Dreiecksignal-Generator **70**.

[0063] Das Signal P8 ist eine Wellenform einer an die positiven und negativen Anschlüsse der Thyristoren Th5 und Th6 angelegten Spannung, und das Signal P9 ist eine Wellenform einer an die Last angelegten Spannung. Das Signal P10 ist eine Wellenform einer Spannung, die über das UND-Glied A1 an den Thyristor Th5 angelegt wird, und das Signal P11 ist eine Wellenform einer Ansteuersignalspannung, die über das UND-Glied A2 an den Thyristor Th6 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 Dreiecksigale 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 Vergleicher 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 Vo 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 Vo die Sinuswellenform wie das Signal P9 erhalten kann.

[0069] Wenn jedoch die Ausgangsspannung Vo entsprechend der durch Veränderungen der Last bedingten Zunahme der Blindleistung ansteigt, wird die Ausgangsspannung Vo' 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 Vergleicher OP1, daß das erste Dreiecksignal niedriger als die Spannung Vo' 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 Vergleicher OP2 die Ausgangsspannung Vo' 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 Vergleicher 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 Vo" zum Zeitpunkt t1 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 Vo" 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 Treiber-Signal 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 Vo konstantgehalten 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 Integrerschaltung festgestellt wird, und daß der Schalteil 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

- Schaltungsanordnung zur automatischen Regelung einer Versorgungsspannung (Vo) für eine einen Blindanteil aufweisende Last, umfassend
 - einen die Versorgungsspannung (Vo) 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 (Vo) und einem Sollwert (Vr) dieser Spannung einen Ausgangswert (Vo') 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 (V_o') der Reglerbaugruppe (**100**) Vergleicher-Ausgangssignale 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 Ansteuersignal 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 Vergleicher-Ausgangssignale ansprechenden monostabilen Impulsgenerator (**2**), welcher in Abhängigkeit von dem betreffenden Vergleicher-Ausgangssignal ein Impulssignal vorbestimmter Impulsbreite ausgibt,
 - UND-Glieder (A_1, A_2) 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 (B_1, B_2) zur Pufferung logischer Ausgangssignale der UND-Glieder (A_1, A_2).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG.4

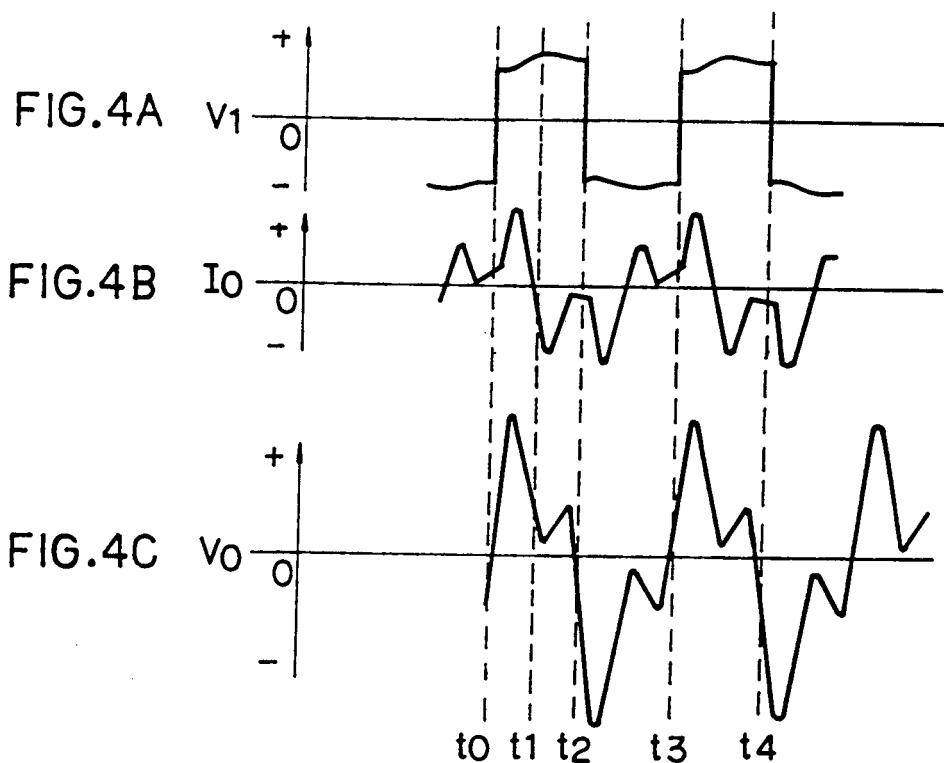


FIG.1

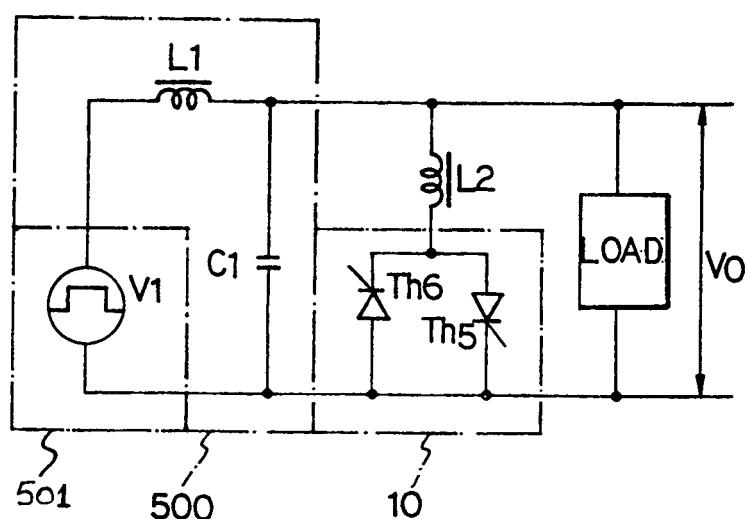


FIG.5

Stand der Technik

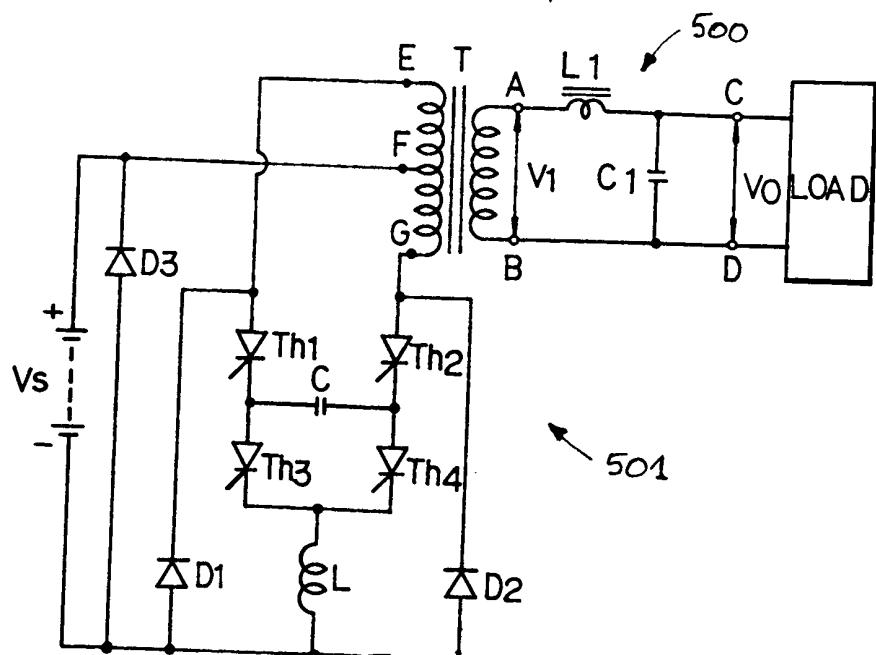


FIG.2

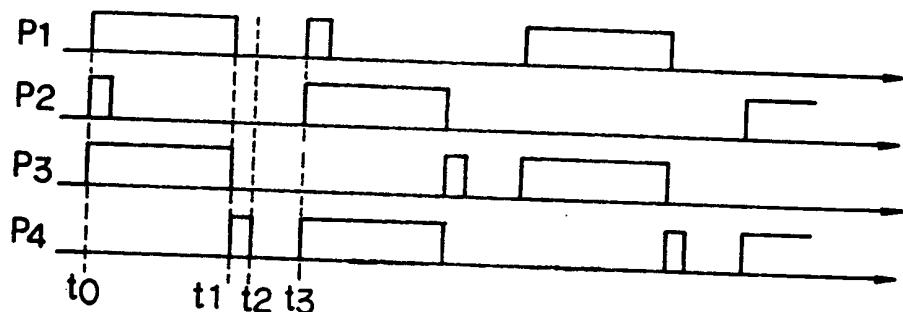


FIG.3

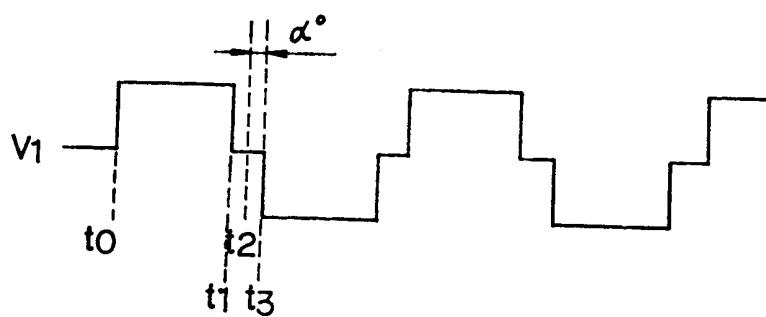


FIG. 6

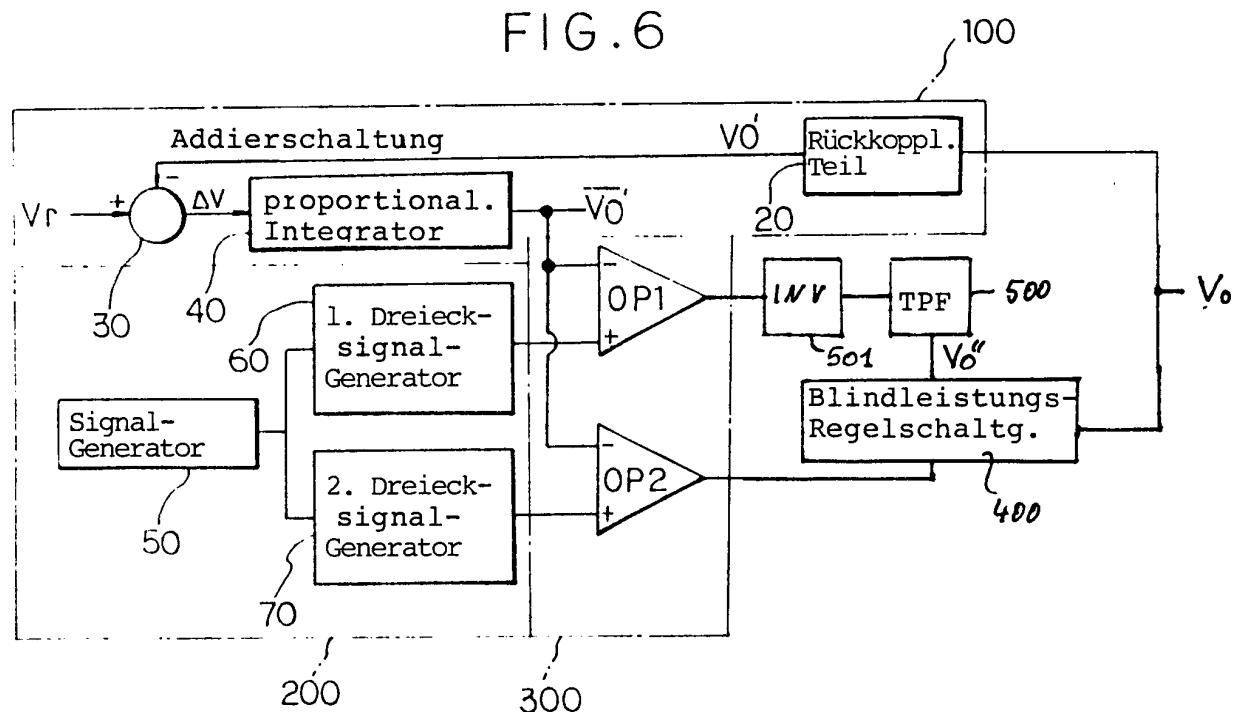


FIG. 7

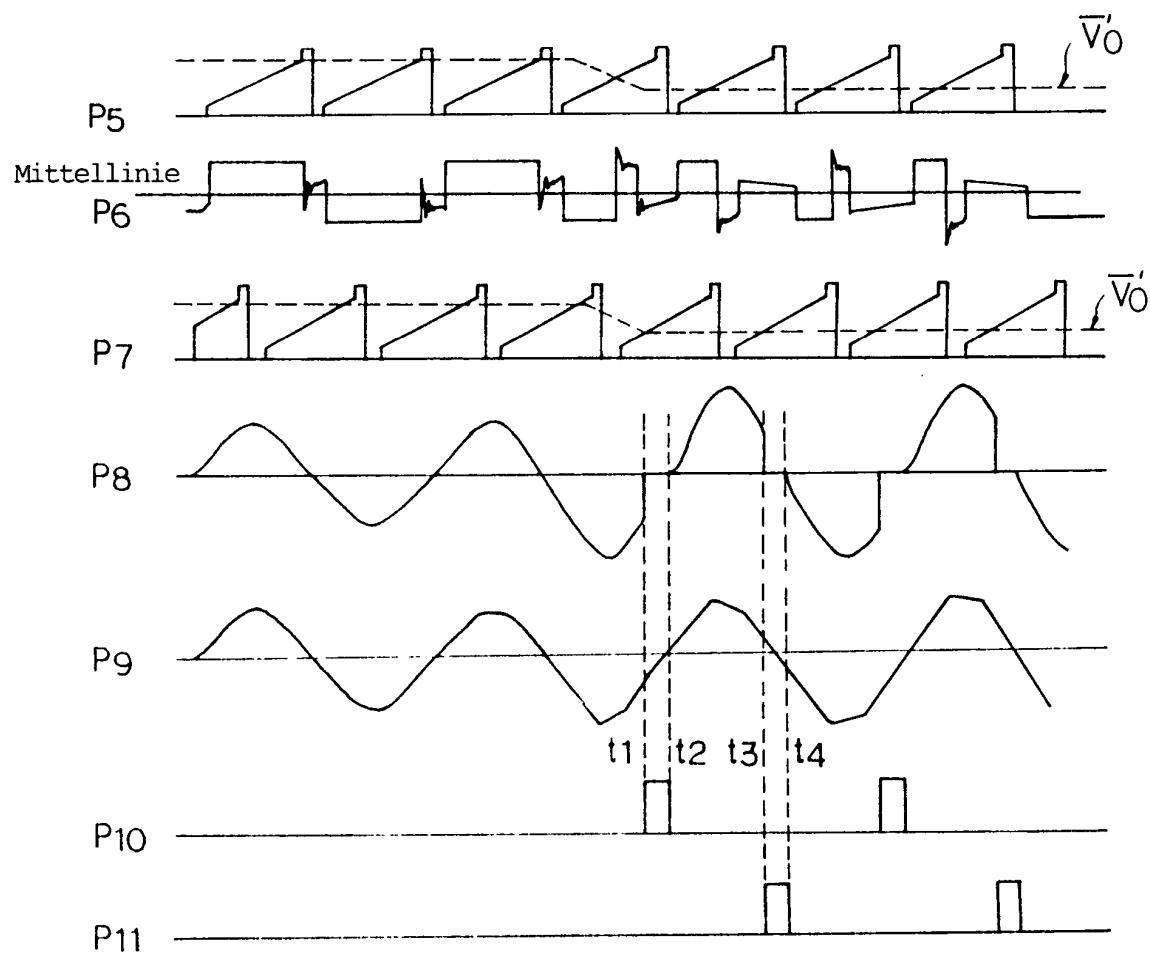


FIG. 8

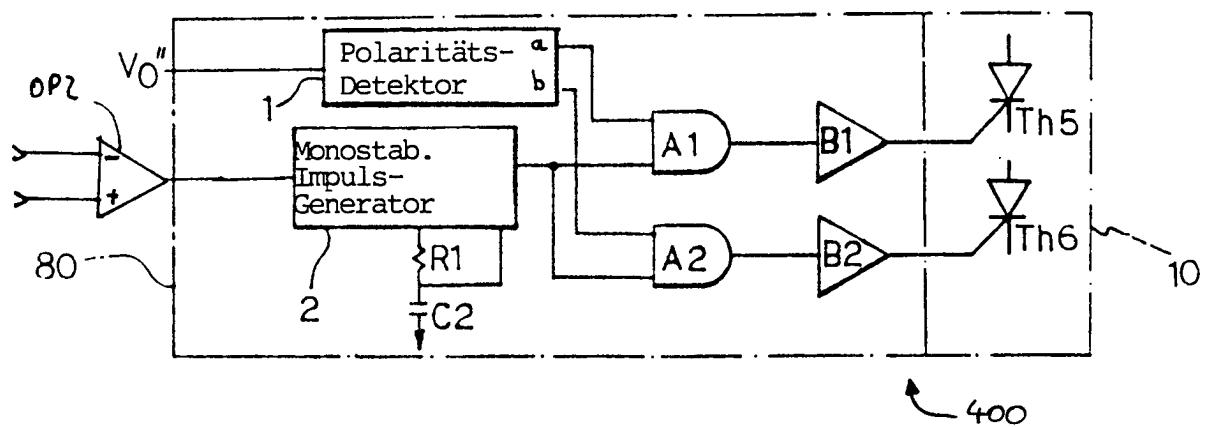


FIG. 9

