

51

Int. Cl.: G 05 f, 1/30

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



52

Deutsche Kl.: 42 r3, 1/30

10

Offenlegungsschrift 1810 099

11

21

Aktenzeichen: P 18 10 099.7

22

Anmeldetag: 21. November 1968

43

Offenlegungstag: 4. Juni 1970

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Wechsellspannungsstabilisator

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Wandel & Goltermann, 7412 Eningen

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Schneider, Dr.-Ing. Heinz, 7412 Eningen

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 1810099

WANDEL u. GOLTERMANN

15. November 1968

7412 Eningen u.A.
Mühleweg 5

A 140

Wechselspannungsstabilisator

Die Erfindung betrifft einen Wechselspannungsstabilisator, dessen Ausgangsspannung von der Summe der schwankenden Eingangsspannung und einer von einer Transformatorenwicklung gelieferten Zusatzspannung gebildet ist, die aus der Eingangs- oder der Ausgangsspannung gewonnen und gegenläufig zu den Schwankungen der Eingangsspannung durch Steuerung oder Regelung beeinflusst wird.

Wechselspannungsstabilisatoren finden dort Anwendung, wo Wechselstromverbraucher, die eine konstante Eingangsspannung benötigen, von einer Stromquelle mit schwankender und / oder abweichender Spannung gespeist werden. Sie können auch zur mittelbaren Stabilisierung der von nachgeschalteten Gleichrichtern erzeugten Gleichspannungen dienen, wobei auch eine Regelung von der Gleichspannungsseite her vorgenommen werden kann.

Zur Stabilisierung von Wechselspannungen sind Schaltungen bekannt, die einen Transduktor oder Thyristoren als Stellglied verwenden. Beide Bauelemente können den Stellvorgang nur mit einer zeitlichen Verzögerung ausführen, der vor allem dadurch gegeben ist, daß der Stromfluß erst nach einem durch die Steuerschaltung bestimmten Phasenwinkel einsetzt (Totzeit). Beim Transduktor kommt dazu noch die durch die Induktivität der Steuerwicklung bedingte Zeitkonstante. Die Veränderung der Sinusform des durchfließenden Stromes bei beiden Stellgliedern hat weiterhin den Nachteil, daß die Kurvenform der stabilisierten Spannung gegenüber der nicht stabilisierten Spannung verzerrt ist und daß erhebliche Siebmittel zur

Verminderung aufgewendet werden müssen, ohne daß die entstehenden Oberwellen vollständig unterdrückt werden können. Die Siebmittel bedingen zusätzliche Phasenverschiebungen und damit eine weitere Verschlechterung der Regelzeit. Die Ausregelzeiten derartiger Geräte liegen bei 10 - 20 Halboerioden, und sie erzeugen Oberwellen von 2-5 %. Es sind auch Wechselspannungsstabilisatoren mit Stellgliedern bekannt, die trägheitslos arbeiten. In ihnen wirken Röhren oder Transistoren als veränderliche (lineare) Widerstände. Die Kurvenform der stabilisierten Wechselspannung wird in jedem Augenblick durch eine Steuerschaltung mit einer sinusförmigen Normalspannung verglichen und die Abweichung zur Steuerung des Stellgliedes verwendet, so daß die Amplitude der Wechselspannung trägheitslos stabilisiert und Abweichungen von der Sinusform, die schon am Eingang des Stabilisators bestehen, ausgeregelt werden. Diesen Geräten haftet jedoch der Nachteil an, daß das Stellglied (gegenüber dem Blindwiderstand von Transduktor und Thyristor) einen reinen Wirkwiderstand darstellt, in dem eine erhebliche Verlustleistung entsteht, die abgeführt werden muß. Außerdem sind derartige Geräte wegen der notwendigen umfangreichen Steuerschaltung und wegen des erforderlichen Stellgliedes mit hoher Verlustleistung sehr aufwendig.

Weiterhin sind Wechselspannungsstabilisatoren bekannt, die die von der Zusatzspannung gelieferte Leistung in einem Verstärker erzeugen. Diese bekannten Stabilisatoren weisen hauptsächlich den Nachteil auf, daß sie außerordentlich aufwendig sind.

Die Erfindung vermeidet die geschilderten Nachteile der bekannten

Anordnungen dadurch, daß die Zusatzspannung in Transformatorenwicklungen mit digital kodierter und mittels Halbleiterschalter einstellbarer Stufung erzeugt wird, daß am Eingang oder am Ausgang des Stabilisators die Abweichung des dortigen Istwertes der Wechselspannung von einem Sollwert periodisch mittels einer digitalen Spannungsmessvorrichtung festgestellt wird und daß aufgrund deren digitaler Information bei einem Nulldurchgang des Stromes die Halbleiterschalter für die nächste Einstellperiode eingestellt werden. Auf diese Weise ergibt sich bei relativ geringem Aufwand und Gewicht ein flinker Wechselspannungsstabilisator, der keinen zusätzlichen Klirrfaktor erzeugt und einen sehr guten Wirkungsgrad aufweist.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand von vier Ausführungsbeispielen schematisch dargestellt. Hierbei zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels eines geregelten Wechselspannungsstabilisators, bei dem die Zusatzspannung aus binär gestuften, jeweils in einem besonderen Stufentransformator erzeugten Teilspannungen zusammengesetzt wird und dessen Spannungsmessvorrichtung, einen die Regelabweichung während jeder Halbperiode des Wechselstromes integrierenden Spannungsfrequenzwandler enthält, der einen Zähler beaufschlagt.

Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels, bei dem ein von der Meßspannung geladener Speicher eines Integrators mit Impulsen gleicher Ladung und konstanter Wiederholungsfrequenz entladen wird, die gezählt werden.

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines dritten Ausführungsbeispiels eines gesteuerten Wechselspannungsstabilisators, bei dem ein von der Meßspannung geladener Speicher eines Integrators mit Konstantstrom entladen wird und die von einem während der Entladezeit von einem Tor durchgelassenen Impulse konstanter Wiederholungsfrequenz gezählt werden, und

Fig. 4 einen Ausschnitt aus dem Blockschaltbild eines vierten Ausführungsbeispiels, bei dem jeder Stufentransformator mehrere Spannungsstufen durch wahlweises Anschalten an eine von mehreren Anzapfungen eines gemeinsamen Hilfstransformators erzeugt.

Beim ersten Ausführungsbeispiel liegt in einer der beiden die Eingangsklemmen 1 mit den Ausgangsklemmen 2 des Stabilisators verbindenden Leitungen die Reihenschaltung der Primärspule eines Stromwandlers 3 sowie der Sekundärspulen mehrerer Stufentransformatoren 4, 5. Die Primärspulen der Stufentransformatoren 4, 5 liegen jeweils über einen Zweiweg-Thyristor 6, 7 (sogenannter Triac) an zwei Sammelleitungen 8, 9, die über einen Umpoler 10, der in nicht näher dargestellter Weise ebenfalls mit Zweiweg-Thyristoren arbeitet und der über eine Steuerleitung 11 betätigbar ist, an den Ausgangsklemmen 2 des Stabilisators. Den Primärspulen der Stufentransformatoren 4, 5 sind Zweiweg-Thyristoren 12, 13 parallel geschaltet. Die Zündelektroden der beiden jeweils zu einem Stufentransformator 4, 5 gehörigen Zweiweg-Thyristoren 6 und 12, 7 und 13 liegen an Zündschaltungen 14, 15, die sie wechselweise betätigen.

Mit den Ausgangsklemmen 2 ist über einen Spannungswandler 16 ein Meßgleichrichter 17 verbunden, dessen Ausgang über einen Summierwiderstand 18 am Eingang eines Integrators 19 liegt, mit dem außerdem über einen Summierwiderstand 20 eine Konstantspannungsquelle 21 verbunden ist. Der Ausgang des Integrators 19 speist eine bipolare Schwellwertschaltung 22, deren den beiden Polaritäten zugeordnete Impulsausgänge über einen Zählkanalumpoler 23 an den beiden Zählimpulsen- gängen eines binären Vor- Rückwärtszählers 24 liegen und dessen polaritätsunabhängiger Rückstellausgang mit dem Eingang des Integrators 19 verbunden ist. Der Zählkanalumpoler steuert den Zähler so, daß er eine durchgehende Zahlenfolge durchläuft (... -2, -1, 0, +1, +2 ...). Die Ausgänge der Binärstufen des Vor- Rückwärtszählers 24 sind einerseits mit einem den Zählkanalumpoler 23 steuernden sowie die Steuerleitung 11 des Umpolers 10 beaufschlagenden Nullkoinzidenzgatter 25 und andererseits mit den Stufen eines Zwischenspeichers 26 verbunden, der die Zündschaltungen 14, 15 ansteuert. Mit der Sekundärspule des Stromwandlers 3 ist ein Diskriminator 27 zur Feststellung des Stromnulldurchgangs verbunden, dessen Impulsausgang an einer Übergabesteuerklemme des Zwischenspeichers 26 liegt.

Die Summierwiderstände 18 und 20 sind so bemessen, daß bei Auftreten der Sollspannung an den Ausgangsklemmen 2 des Stabilisators kein Strom in den Eingang des Integrators 19 fließt. Weicht dagegen die an den Klemmen 2 liegende Spannung von ihrem Sollwert ab, so fließt ein der Abweichung proportionaler Strom in den Eingang des Integrators 19. Die Ausgangsspannung des Integrators 19 erreicht also in einer diesem Eingangsstrom umge-

kehrt proportionalen Zeit die obere oder die untere Ansprechschwelle der binolaren Schwellwertschaltung 22, und diese gibt je nach Polarität der Integratorausgangsspannung an einem ihrer beiden Impulsausgänge einen Zählimpuls ab, der den Vor- Rückwärtszähler um eine Stelle weiterschaltet. Die Anzahl der während einer Halbwelle des Stromes (Meßzeit) erzeugten Zählimpulse ist also dem Integral der Spannungsabweichung proportional.

Am Ende jeder Meßzeitperiode veranlaßt der Diskriminator 27 das Ansprechen derjenigen Zündschaltungen 14, 15, deren zugehörige Zählstufen zu diesem Zeitpunkt gesetzt sind.

Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel im wesentlichen nur durch seinen in Fig. 2 dargestellten Analog-Digitalwandler, der an die Stelle des in Fig. 1 durch ein gestrichelt dargestelltes Rechteck 28 umgrenzten Schaltungsteils tritt. Eine vom Stromnulldurchgangs-Diskriminator (27 in Fig. 1) gesteuerte Torsteuerschaltung 29 steuert abwechselnd zwei Tore 30, 31, von denen das erste Tor 30 während einer zwischen zwei Nulldurchgängen des Stromes liegenden Halbwelle die Summierwiderstände (18, 20 in Fig. 1) mit dem Eingang eines Integrators 32 verbindet. Nach Ablauf der Integrationszeit wird der Integrator 32 über das zweite Tor 31 mit jeweils eine konstante Ladung aufweisenden Impulsen entladen, die ein von einem Generator 33 gesteuerter Impulsformer 34 mit gegenüber der Polarität der Integratorausgangsspannung umgekehrter Polarität abgibt. Ein mit dem Ausgang des Integrators 32 verbundener Null-Komparator 35 stellt die Polarität der während

der Integrationszeit auflaufenden Integrationsspannung fest und meldet diese einerseits dem Impulsformer 34 und andererseits dem Netzspannungs-Umpoler (10 in Fig. 1) und der Null-Nullsindenz-Schaltung (25 in Fig. 1) des Vor- Rückwärtszählers (24 in Fig. 1). Der Null-Komparator 35 erhält von der Torsteuer-schaltung 29 einen Torzeit-Anfangsimpuls, und er gibt an diese einen Torzeit-Endeimpuls ab. Während der Torzeit erscheint je nach der Polarität der am Ausgang des Integrators 32 aufgelaufenen Integrationsspannung auf einer von zwei Leitungen 36, 37 ein Torzeitsignal, das einerseits die Polarität der vom Impulsformer 34 an das Tor 2 abgegebenen Impulse bestimmt und das andererseits eine Seite eines doppelten Tores 38 öffnet, so daß während der Torzeit die vom Generator 33 abgegebenen Impulse an einem der beiden Ausgänge des Tores 38 erscheinen. Die beiden Ausgänge des Tores 38 sind mit den beiden Eingängen des Zählkanalumpolers (23 in Fig. 1) verbunden.

Je nach Geschwindigkeit der Entladung des Integrators 32 durch die Konstantimpulse des Impulsformers 34 kann der Wechselspannungsstabilisator entweder schnell arbeiten, wobei die Entladezeit einen sehr kleinen Bruchteil jeder Halbperiode der Wechselspannung beansprucht, wobei bei genügend schneller Entladung ein vernachlässigbar kleiner Fehler entsteht, oder er kann langsam in der Weise arbeiten, daß während genau einer Halbperiode der Wechselspannung integriert und innerhalb der nächsten oder einer ganzen Anzahl folgender Halbperioden der Wechselspannung entladen wird.

Das dritte Ausführungsbeispiel stellt einen mit Steuerung arbei-

009823/0967

BAD ORIGINAL

- R -

tenden Wechselspannungsgenerator dar, bei dem in einer der beiden die Eingangsklemmen 39 mit den Ausgangsklemmen 40 des Stabilisators verbindenden Leitungen die Reihenschaltung der Primärspule eines Stromwandlers 41 sowie der Sekundärspulen mehrerer Stufentransformatoren 42, 43 liegt. Die Primärspulen der Stufentransformatoren 42, 43 sind jeweils über einen Zweiweg-Thyristor 44, 45 mit zwei Sammelleitungen 46, 47 verbunden, die über einen Umwoler 48, der in nicht näher dargestellter Weise ebenfalls mit Zweiweg-Thyristoren arbeitet und der über eine Steuerleitung 49 betätigbar ist, an die Ausgangsklemmen 40 des Stabilisators angeschlossen. Den Primärspulen der Stufentransformatoren 42, 43 sind Zweiweg-Thyristoren 50, 51 parallel geschaltet. Die Zündelektroden der beiden jeweils zu einem Stufentransformator gehörigen Zweiweg-Thyristoren 44, 45 und 50, 51 liegen an Zündschaltungen 52, 53, die sie wechselweise betätigen.

Zwischen der die Eingangsklemmen 39 und die Ausgangsklemmen 40 direkt verbindenden Leitung und einem Verbindungspunkt der Primärspule des Stromwandlers 41 mit den Sekundärspulen des ersten Stufentransformators 42 sind die Eingangsklemmen des Umwolers 48 sowie ein Spannungswandler 54 angeschlossen, der einen Meßgleichrichter 55 speist, dessen Ausgang über einen Summierwiderstand 56 am Eingang eines Tors 57 liegt, mit dem außerdem über einen Summierwiderstand 58 eine Konstantspannungsquelle 59 und über einen Summierwiderstand 60 eine vom Stromwandler 41 gespeiste Störwertaufschaltung 61 verbunden ist. Ein am Ausgang des Tors 57 liegender Integrator 62 speist einen Nullspannungskomparator 63. Dieser steuert ein Tor 64, das einen

Normalfrequenzgenerator 65 mit einem Zähler 66 verbindet. Die Zählerstufen steuern über die Stufen eines Zwischenweichers 67 die Zündschaltungen 52, 53 an.

Mit dem Eingang des Integrators 62, der einen kapazitiv gegengekoppelten Operationsverstärker enthält, ist über ein Tor 68 eine umpolbare Konstantstromquelle 69 verbunden. Steuerausgänge einer Torsteuerschaltung 70 sind an die Tore 57 und 68, an den Zähler 66 und an den Nullspannungskomparator 63 angeschlossen, während Steuereingänge der Torsteuerschaltung 70 am Stromnulldurchgangsdiskriminator 71 und am Nullspannungskomparator 63 liegen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten gesteuerten Wechselspannungsstabilisator wird während zweier aufeinanderfolgender Stromnulldurchgänge, die der Stromnulldurchgangsdiskriminator 71 der Torsteuerschaltung 70 meldet, das Tor 57 durchgeschaltet, so daß der zunächst entladene Integrator 62 eine Ausgangsspannung annimmt, die von der Summe der Ströme bestimmt ist, die der Meßgleichrichter 55, die Konstantspannungsquelle 59 und die Störwertaufschaltung 61 an seinen Eingang liefern.

In einer zweiten Zeitspanne, die sehr kurz ist und in der Nähe jedes Stromnulldurchganges liegt, wird das Tor 57 aufgetrennt und das Tor 68 durchgeschaltet. Dadurch wird der Integrator 62 mit einem Strom aus der Konstantstromquelle 69 von umgekehrter Polarität, wie sie der Nullspannungskomparator 63 im Augenblick der Torumschaltung an seinem Ausgang anzeigt, entladen. Zur

Messung der für die Entladung benötigten Zeit, die der integrierten Spannung entspricht, wird mit dem Beginn dieser zweiten Zeitspanne auch das Tor 64 geöffnet, so daß der Zähler 66 vom Normalfrequenzgenerator 65 beaufschlagt wird. Am Ende der zweiten Zeitspanne meldet der Nullspannungskomparator 63 den Zeitpunkt der Entladung des Integrators 62 der Torschaltung 70, die das Tor 68 wieder auftrennt, und er beendet die Torzeit des Tores 64, das den Normalfrequenzgenerator 65 wieder vom Zähler abtrennt.

Entsprechend der während der Entladezeit erreichten Zählerstellung werden dann beim nächsten Stromnulldurchgang, durch den der Zwischenspeicher 67 zur Übergabe der Einstellinformation an die Zündschaltungen 52, 53 veranlaßt wird und durch den auch der Beginn der nächsten Integrationszeit festgelegt wird, die Halbleiterschalter 44, 45, 50, 51 eingestellt, die bis zur Übergabe der nächsten Einstellinformation eingestellt bleiben.

Bei dem in Fig. 4 nur in einem Ausschnitt gezeigten vierten Ausführungsbeispiel kann jeder der Stufentransformatoren 72, 73 mittels jeweils vier Zweiweg-Thyristoren 74, 75, 76, 77 bzw. 78, 79, 80, 81 in verschiedener Weise mit Sammelleitungen 82, 83, 84, 85 verbunden werden, die an Anzapfungen eines Zwischentransformators 86 liegen. Die Steuerleitungen der Zweiweg-Thyristoren 74 bis 81 liegen an Zündschaltungen 87 bis 94, deren Steuereingänge über eine Kodiereinrichtung 95, mit nicht näher dargestellten Ausgängen eines Zwischenspeichers (z.B. 67 in Fig. 3) verbunden sind. Bei Zündung jeweils eines der einem Stufentransform

009823/0947

tor zugeordneten Zweiweg-Thyristors ergeben sich vier verschiedene mögliche Ausgangsspannungen des Stufentransformators, z.B. 0, 1, 2 oder 3 Volt, 0, 4, 8, 12 Volt und 0, 16, 32, 48 Volt, die positiv oder negativ sein können, je nach dem, wie der dem Zwischentransformator 68 vorgeschaltete, gestrichelt gezeichnete Umwoler 96, (der z.B. dem Umwoler 48 in Fig. 3 entsprechen kann), eingestellt ist.

Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen mißt die digitale Spannungmeßvorrichtung eine dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung durch Integration der Betragswert der Ein- oder der Ausgangswchselspannung zwischen zwei Stromnulldurchgängen, also zwischen festen Grenzen. Die Erfindung kann aber auch dahin abgewandelt sein, daß die dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung von einem zeitlich festgelegten Augenblickswert der Eingangs- bzw. Ausgangswchselspannung abgeleitet und mit der digitalen Spannungmeßvorrichtung gemessen wird.

Die Erfindung kann bei Integration zwischen festen Grenzen auch dahin abgewandelt sein, daß die dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung durch ein Glied mit quadratischer Strom-Spannungskennlinie aus der Eingangs- bzw. Ausgangswchselspannung gewonnen und mit der digitalen Spannungmeßvorrichtung gemessen wird.

Die Erfindung kann weiterhin dahin abgewandelt sein, daß auch bei einem mit Regelung arbeitenden Wechselspannungsstabilisator eine Störwertaufschaltung erfolgt. Hierdurch kann die Einstellzeit verkürzt werden.

669823/0947

BAD ORIGINAL

P a t e n t a n s o r ü c h e

1. Wechsellspannungsstabilisator, dessen Ausgangsspannung von der Summe der schwankenden Eingangsspannung und einer von einer Transformatorenwicklung gelieferten Zusatzspannung gebildet ist, die aus der Eingangs- oder der Ausgangsspannung gewonnen und gegenläufig zu den Schwankungen der Eingangsspannung durch Steuerung oder Regelung beeinflusst wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Zusatzspannung in Transformatorenwicklungen mit digital kodierter und mittels Halbleiterschalter (6, 7, 12, 13) einstellbarer Stufung erzeugt wird, daß am Eingang oder am Ausgang des Stabilisators die Abweichung des dortigen Istwertes der Wechsellspannung von einem Sollwert periodisch mittels einer digitalen Spannungsmessvorrichtung (z.B. 16 bis 27) festgestellt wird und daß aufgrund deren digitaler Information bei einem Nulldurchgang des Stromes die Halbleiterschalter für die nächste Einstellperiode eingestellt werden.
2. Stabilisator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Zusatzspannung in den Wicklungen mehrerer Transformatoren (4, 5 bzw. 42, 43) erzeugt wird.
3. Stabilisator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jeder der Transformatoren (4, 5) nur eine Stufe der Zusatzspannung erzeugt.
4. Stabilisator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jeder der Transformatoren (42, 43) mehrere Stufen der Zusatzspannung erzeugt.

009823/0947

5. Stabilisator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Halbleiterschalter jeweils beim nächsten auf eine Digitalmessung folgenden Nulldurchgang eingestellt werden.
6. Stabilisator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der lastabhängige Spannungsabfall im Gerät und/oder im speisenden Netz durch eine Störwertaufschaltung (61) kompensiert wird.
7. Stabilisator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung durch eine Integration der Betragswerte der Ein- oder der Ausgangswchselspannung zwischen festen Grenzen gewonnen und mit der digitalen Spannungsmessvorrichtung gemessen wird.
8. Stabilisator nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung durch eine Integration mit festen Grenzen der in einem Glied mit einer quadratischen Stromspannungs-Kennlinie umgewandelten Eingangs- bzw. Ausgangswchselspannung gewonnen und mit der digitalen Spannungsmessvorrichtung gemessen wird.
9. Stabilisator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die dem Istwert entsprechende Analogmeßspannung von einem zeitlich festgelegten Augenblickswert der Eingangs- bzw. Ausgangswchselspannung abgeleitet und mit digitalen Spannungsmessvorrichtung gemessen wird.

15

1810099

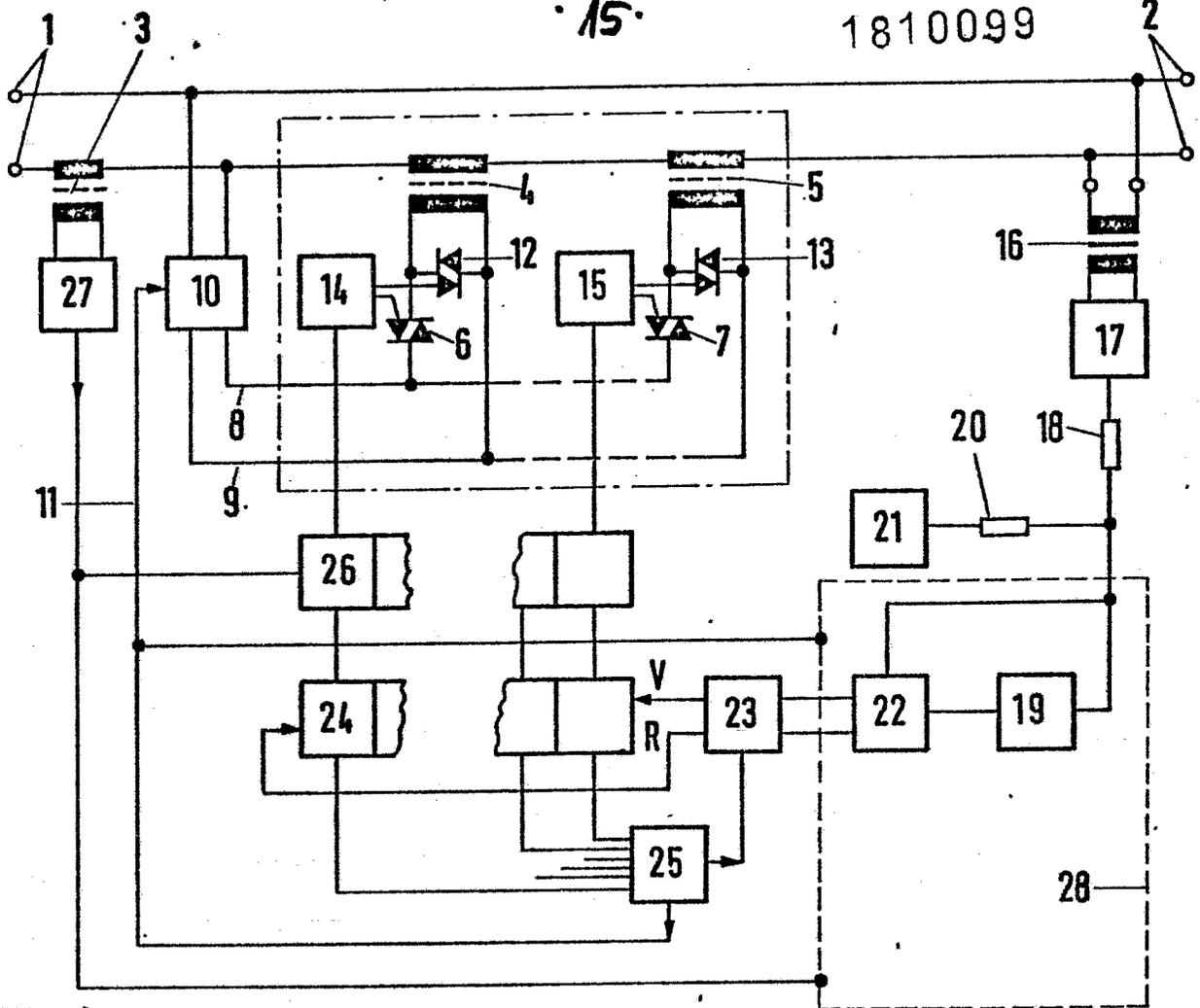


Fig. 1

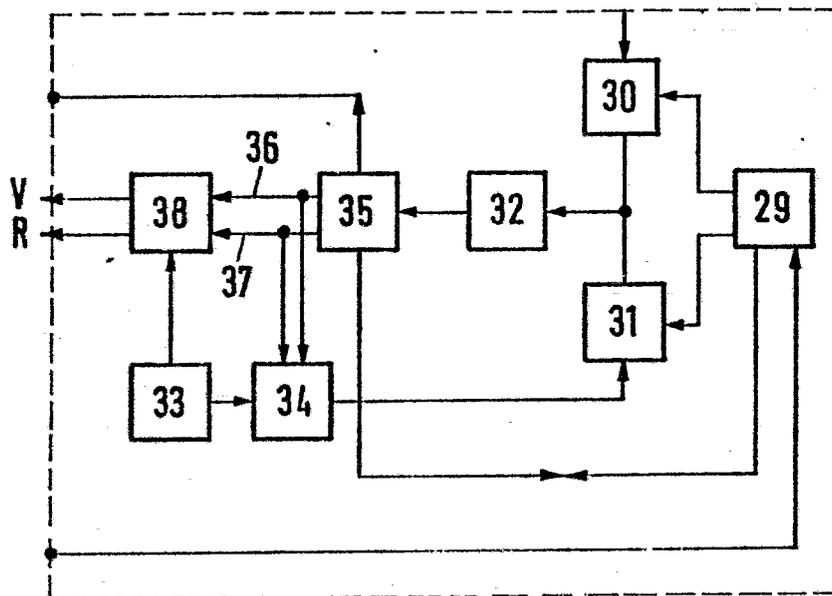


Fig. 2

009823/0947

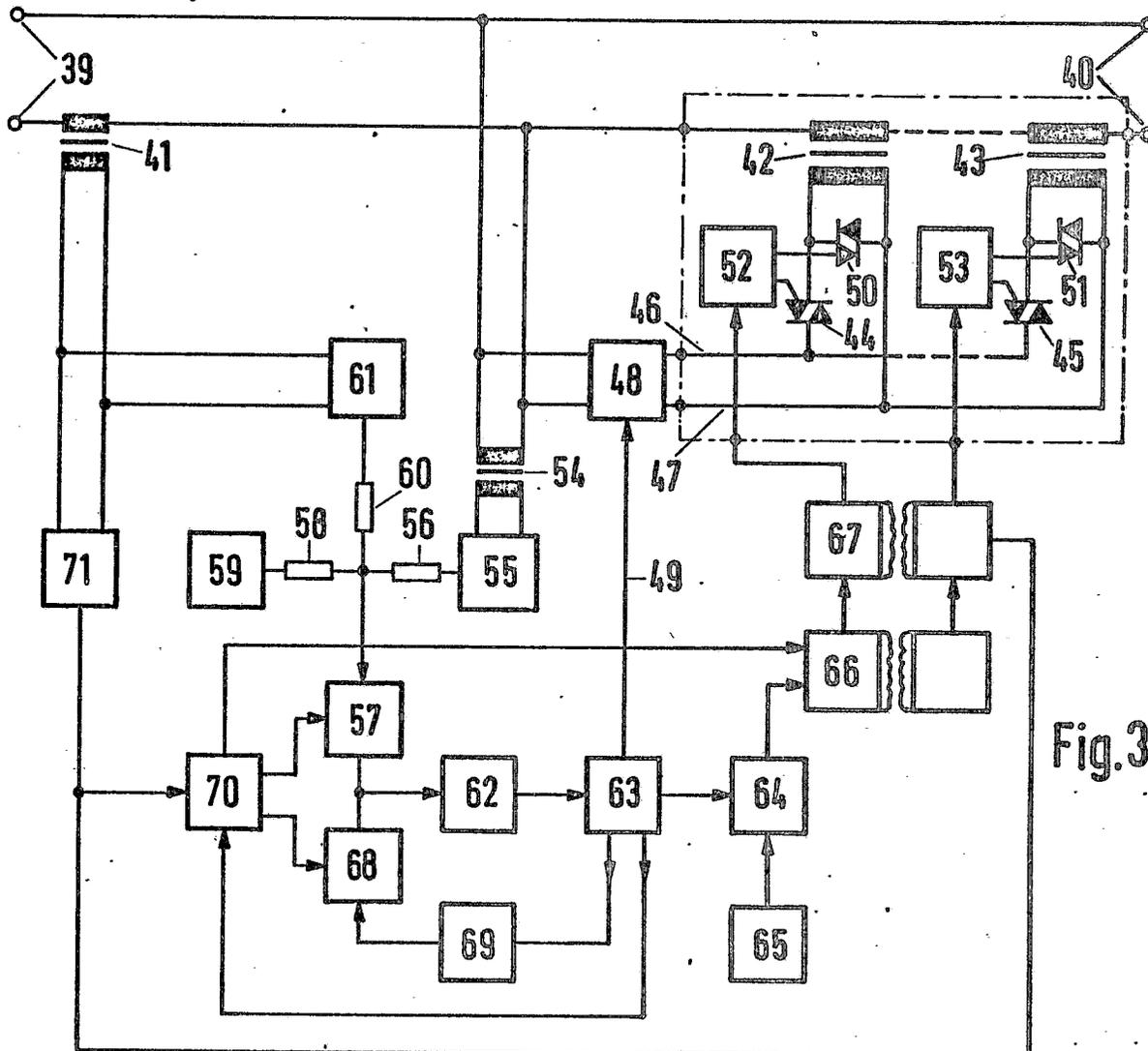


Fig. 3

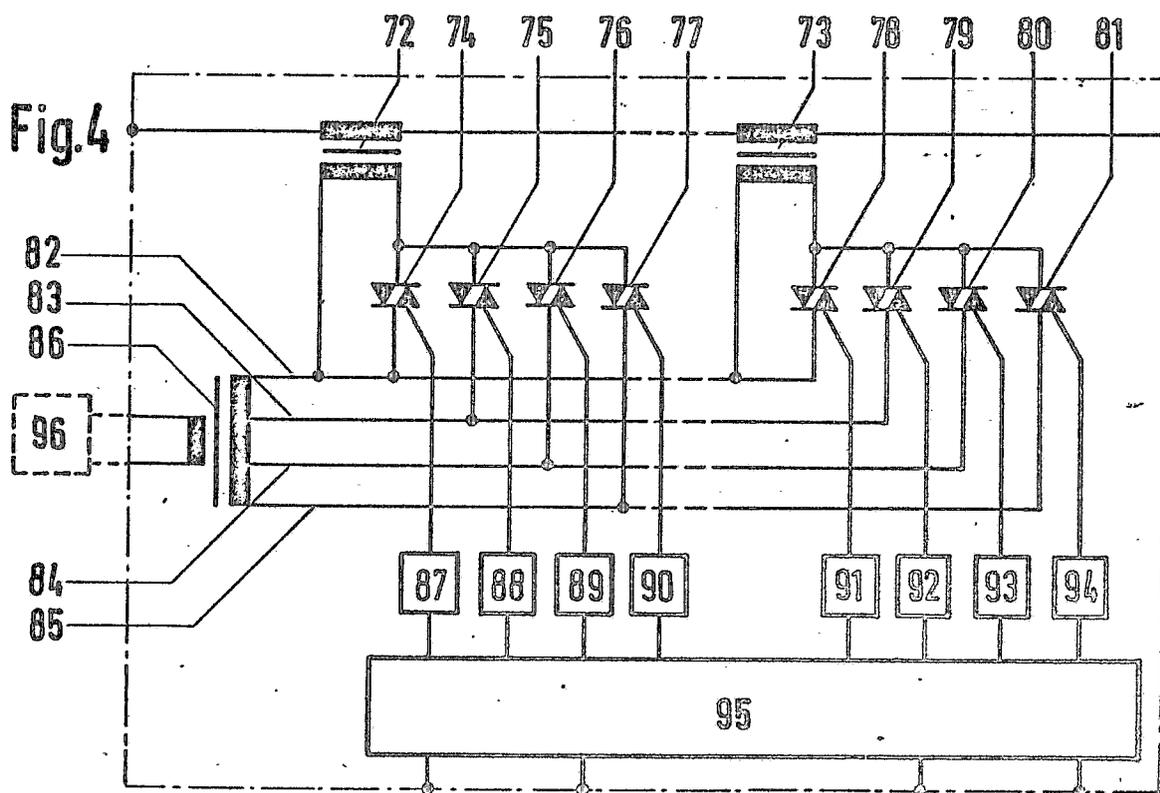


Fig. 4

009823/0947