

51)

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

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52)

Deutsche Kl.: 42 r3. 1/30

10)

11)

21)

22)

43)

44)

Auslegeschrift 1 810 099

Aktenzeichen: P 18 10 099.7-32

Anmelde tag: 21. November 1968

Offenlegungstag: 4. Juni 1970

Auslegetag: 30. Mai 1973

Ausstellungspriorität: —

30)

Unionspriorität

32)

Datum: —

33)

Land: —

31)

Aktenzeichen: —

54)

Bezeichnung: Wechsellspannungsstabilisator

61)

Zusatz zu: —

62)

Ausscheidung aus: —

71)

Anmelder: Wandel u. Goltermann, 7412 Eningen

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72)

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

56)

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

GB-PS 780 166

US-PS 2 358 456

US-PS 3 018 431

»Industrie-Elektrik -+ Elektronik«,
13 (1968), S. 136 bis 140

»Elektro-Anzeiger. Essen«, 1966,
S. 335 bis 337

Handwritten marks: a large '7' and a smaller '7' with a tilde-like symbol below it.

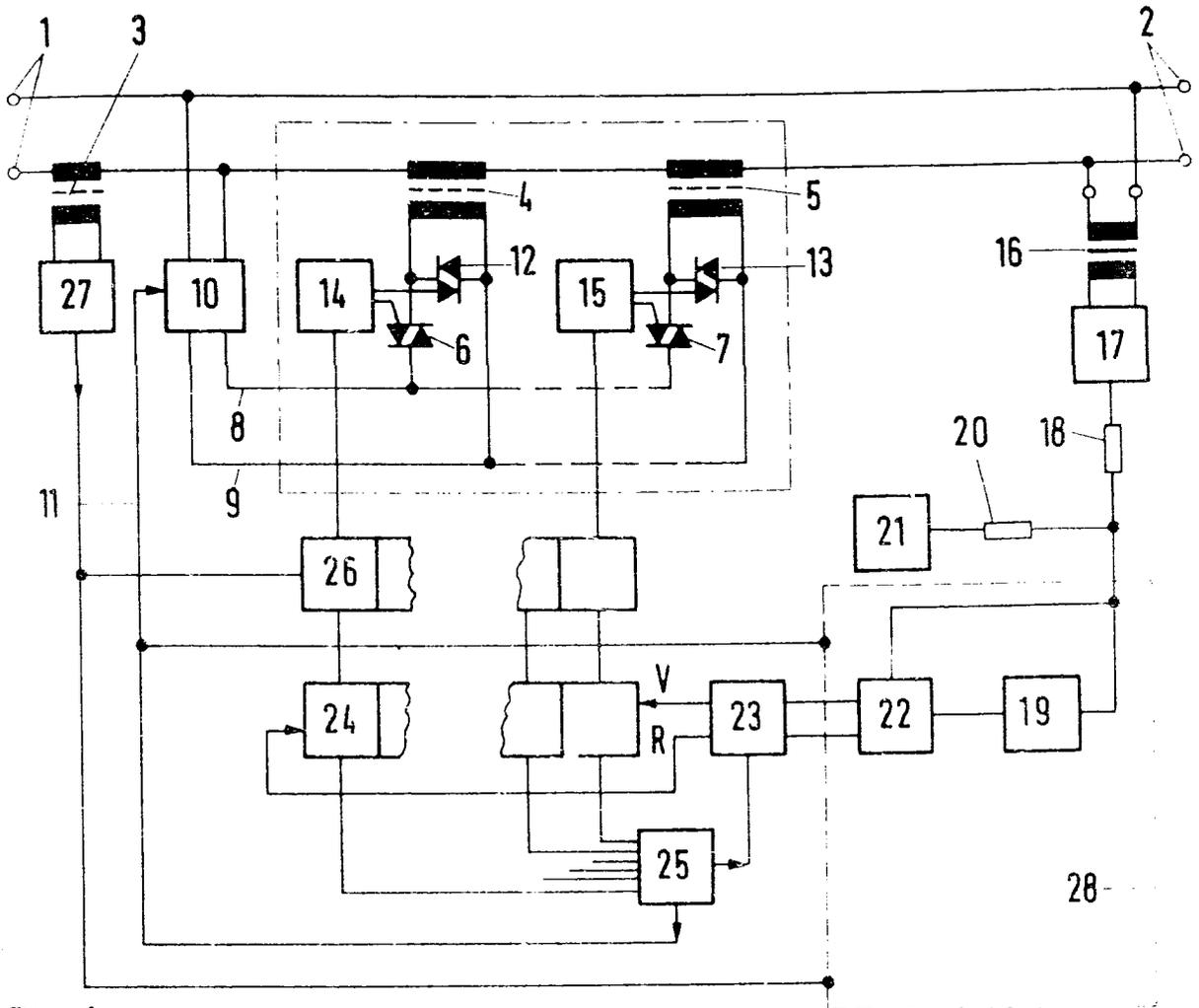


Fig. 1

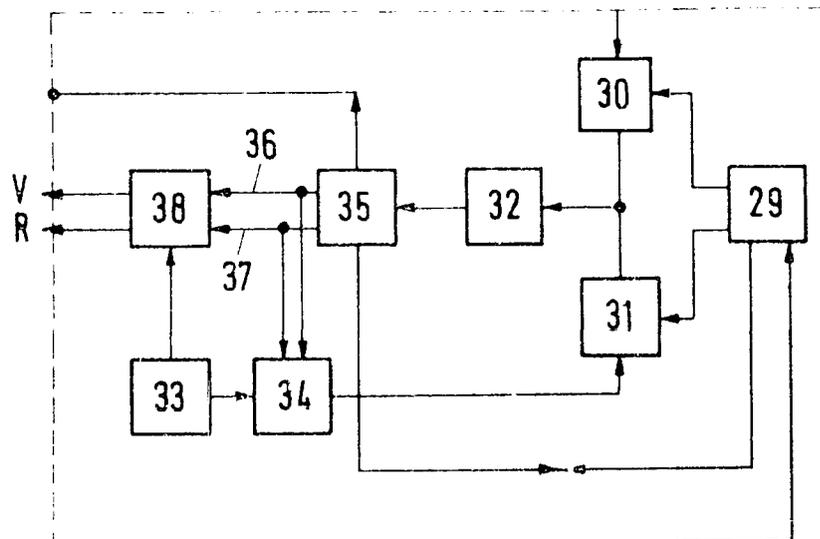


Fig. 2

Patentanspruch:

Wechselspannungsstabilisator, an dessen Eingang oder Ausgang die Abweichung des dortigen Wechselspannungs-Istwertes von einem Sollwert periodisch mittels einer digitalen Spannungsmeßvorrichtung festgesetzt wird und dessen Ausgangsspannung die Summe der schwankenden Eingangsspannung und einer durch Steuerung oder Regelung gegenläufig zu den Schwankungen der Eingangsspannung beeinflussten Zusatzspannung ist, die in auf Grund der digital ermittelten Abweichung einschaltbaren, unterschiedlich digital gestuften Transformatorenwicklungen erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß für die Einstellung des Schaltzustandes von die Transformatorenwicklungen schaltenden Halbleitern ein Zwischenspeicher (26 bzw. 67) vorgesehen ist, auf den mittels eines Stromnulldurchgangsdiskriminators (27 bzw. 71) die digitale Abweichungsinformation im Augenblick jedes einer Meßperiode folgenden Stromnulldurchgangs übertragbar ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wechselspannungsstabilisator, an dessen Eingang oder Ausgang die Abweichung des dortigen Wechselspannungs-Istwertes von einem Sollwert periodisch mittels einer digitalen Spannungsmeßvorrichtung festgesetzt wird und dessen Ausgangsspannung die Summe der schwankenden Eingangsspannung und einer durch Steuerung oder Regelung gegenläufig zu den Schwankungen der Eingangsspannung beeinflussten Zusatzspannung ist, die in auf Grund der digital ermittelten Abweichung einschaltbaren, unterschiedlich digital gestuften Transformatorenwicklungen erzeugt wird.

Ein solcher Wechselspannungsstabilisator ist aus der USA.-Patentschrift 3 018 431 bekannt. Er erzeugt gegenüber anderen bekannten Stabilisatoren, die phasenanschnittgesteuerte Thyristoren oder Triacs als Stellglied haben, weniger Verzerrungen in der Kurvenform der stabilisierten Spannung und hat gegenüber Stabilisatoren mit kontinuierlich steuerbaren Wirkwiderständen (Röhren- oder Halbleiterschaltungen) als Stellglieder eine wesentlich geringere Verlustleistung. Außerdem ist er weniger aufwendig als andere bekannte Wechselspannungsstabilisatoren, welche die von der Zusatzspannung gelieferte Leistung in einem Verstärker erzeugen.

Der aus der USA.-Patentschrift 3 018 431 bekannte Wechselspannungsstabilisator schaltet jedoch die Transformatorenwicklungen für die Zusatzspannung unabhängig von der Phase des durch den Stabilisator fließenden Wechselstroms, so daß an den Schaltern der Transformatorenwicklungen Überspannungen auftreten. Diese sind zwar bei der Verwendung von trägen Transduktoren als Schalter unkritisch, jedoch ergibt sich hierbei eine lange Schalt- und Regelzeit. Besonders bei Verwendung von schnellen Halbleiterschaltern rufen die Überspannungen schädliche, unter

Umständen bis zur Zerstörung der Schalter führende Verluste hervor und verzerren die Kurvenform der stabilisierten Spannung.

Die Erfindung hat die Aufgabe, in Verbindung mit Halbleiterschaltern derartige Schaltüberspannungen zu vermeiden und einen Wechselspannungsstabilisator mit sehr kurzer Regelzeit und gutem Wirkungsgrad zu ermöglichen, der keinen zusätzlichen Klirrfaktor erzeugt.

Ausgehend von einem Wechselspannungsstabilisator der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß für die Einstellung des Schaltzustandes von die Transformatorenwicklungen schaltenden Halbleitern ein Zwischenspeicher vorgesehen ist, auf den mittels eines Stromnulldurchgangsdiskriminators die digitale Abweichungsinformation im Augenblick jedes einer Meßperiode folgenden Stromnulldurchgangs übertragbar ist.

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

Hierbei werden die Zusatzspannung liefernde Transformatorenwicklungen nur während Nulldurchgängen des durch den Stabilisator fließenden Wechselstromes geschaltet, wodurch Überspannungen vermieden werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung 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 ist 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

4

Sammelleitungen **8, 9**. Diese sind 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 Eingangsklemmen **1** des Stabilisators angeschlossen. Den Primärspulen der Stufentransformatoren **4, 5** sind Zweiweg-Thyristoren **12, 13** parallel geschaltet. Die Zünder Elektroden 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 Zählimpulseingängen eines binären Vor-Rückwärts-Zählers **24** liegen. Ein polaritätsunabhängiger Rückstellausgang der Schwellwertschaltung **22** ist mit dem Eingang des Integrators **19** verbunden. Der Zählkanalumpoler steuert den Zähler so, daß er eine durchgehende Zahlenfolge durchläuft ($\dots, -2, -1, 0, +1, +2, \dots$). Die Ausgänge der Binärstufen des Vor-Rückwärts-Zählers **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 Ausgangsklemmen **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 umgekehrt proportionaler Zeit die obere oder die untere Ansprechschwelle der bipolaren Schwellwertschaltung **22**, und diese gibt je nach Polarität der Integratorausgangsspannung an einem ihrer beiden Impulsausgänge einen Zählimpuls ab, der den Vor-Rückwärts-Zähler 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 Schaltungsteil tritt. Eine vom Stromnulldurchgangsdiskriminator (**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 dem Nullkoinzidenzgatter (**25** in Fig. 1) des Vor-Rückwärts-Zählers (**24** in Fig. 1). Der Null-Komparator **35** erhält von der Torsteuerschaltung **29** einen Torzeit-Anfangsimpuls, und er gibt an diese einen Torzeit-Endimpuls ab. Während der Torzeit erscheint je nach der Polarität der am Ausgang des Integrators **32** aufgelauenen Integrationsspannung auf einer von zwei Leitungen **36, 37** ein Torzeitsignal, das einerseits die Polarität der vom Impulsformer **34** an das Tor **31** 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 Wechselspannungstabilisator entweder schnell arbeiten, wobei die Entladezeit einen sehr kleinen Bruchteil jeder Halbwelle 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 Halbwelle der Wechselspannung integriert und innerhalb der nächsten oder einer ganzen Anzahl folgender Halbperioden der Wechselspannung entladen wird.

Das dritte Ausführungsbeispiel stellt einen mit Steuerung arbeitenden 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. Diese sind über einen Umpoler **48**, der in nicht näher dargestellter Weise ebenfalls mit Zweiweg-Thyristoren arbeitet und der über eine Steuerleitung **49** betätigbar ist, an die Eingangsklemmen **39** des Stabilisators angeschlossen. Den Primärspulen der Stufentransformatoren **42, 43** sind Zweiweg-Thyristoren **50, 51** parallel geschaltet. Die Zünder Elektroden der beiden jeweils zu einem Stufentransformator gehörigen Zweiweg-Thyristoren **44** und **50, 45** und **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 Umpolers 48 sowie ein Spannungswandler 54 angeschlossen, der einen Meßgleichrichter 55 speist, dessen Ausgang über einem Summierwiderstand 56 am Eingang eines Tores 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 Tores 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 Zwischenspeichers 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 Stromnulldurchgangs-Diskriminator 71 und am Nullspannungskomparator 63 liegen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten gesteuerten Wechselspannungsstabilisator wird während zweier aufeinanderfolgender Stromnulldurchgänge, die der Stromnulldurchgangs-Diskriminator 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 aufweist, 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 Torsteuerschaltung 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 Zweiweg-Thyristoren 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 Stufentransformator 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 nachdem, wie der dem Zwischentransformator 68 vorgeschaltete, gestrichelt gezeichnete Umpoler 96 (der z. B. dem Umpoler 48 in Fig. 3 entsprechen kann), eingestellt ist.

6

