

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 375 687 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
02.04.1997 Patentblatt 1997/14

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
12.05.1993 Patentblatt 1993/19

(21) Anmeldenummer: **88905150.4**

(22) Anmeldetag: **14.06.1988**

(51) Int Cl.6: **H01F 29/04**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT88/00045

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 88/10502 (29.12.1988 Gazette 1988/28)

(54) **THYRISTOR-LASTUMSCHALTER**

THYRISTOR ON-LOAD CHANGE-OVER SWITCH

COMMUTATEUR DE REGLAGE EN CHARGE A THYRISTORS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(30) Priorität: **25.06.1987 AT 1601/87**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.07.1990 Patentblatt 1990/27

(73) Patentinhaber: **ELIN-UNION Aktiengesellschaft für elektrische Industrie A-1141 Wien (AT)**

(72) Erfinder: **SONNTAGBAUER, Ernst A-1210 Wien (AT)**

(74) Vertreter: **Krause, Peter Penzinger Strasse 76 1141 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
DD-C- 40 772 DD-C- 72 826
DE-A- 1 638 555 DE-A- 2 125 471
DE-A- 2 210 049 US-A- 3 662 253
US-A- 4 301 489

- **IEC-Publikation 214/89; S. 61, 63, 65; Appendix A, Abs. 1.3, Anmerkung 2**

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 0 375 687 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung bei einem Lastumschalter eines Stufenschalters zum unterbrechungslosen Umschalten der Regelwicklung eines Transformators, wobei der Laststrom über eine niedere oder höhere Wicklungsanzapfung einer Regelstufe einer Regelwicklung und über eine Verbindung von mindestens zwei Wählerkontakten und zwei Dauerkontakten mit einer gemeinsamen Ableitung führbar ist, und wobei die Umschaltung von der niederen auf die höhere Wicklungsanzapfung oder umgekehrt über einen ersten Umschalter derart erfolgt, daß der Laststrom kurzzeitig auf einen Entlastungskreis übergeht, der zwischen dem Wurzelanschluß dieses ersten Umschalters und der gemeinsamen Ableitung angeordnet ist, wobei der Entlastungskreis einen Thyristorkreis mit antiparallelschalteten Thyristoren und einen Überschaltwiderstand enthält, der über einen Überbrückungsschalter mit der gemeinsamen Ableitung verbunden ist, und wobei jeweils einer der beiden Kontakte des ersten Umschalters an die Verbindung eines Wählerkontaktes mit einem Dauerkontakt gelegt ist.

Üblicherweise wird bei Stufentransformatoren die unterbrechungslose Lastumschaltung unter Spannung mit mechanischen Schaltelementen durchgeführt. Die zu schaltende Regelwicklung besitzt Anzapfungen, die mit einem Wähler verbunden sind, welcher sie wahlweise über den Lastumschalter an die gemeinsame Ableitung legt.

Die Umschaltung erfolgt immer zwischen benachbarten Anzapfungen, also um jeweils eine Stufe. Zu diesem Zweck wird zuerst die gewünschte Anzapfung mit dem Wähler vorgewählt. Danach führt der Lastumschalter, unter zeitweiliger Zwischenschaltung von Überschaltwiderständen, die Umschaltung des Stromes von der gewählten auf die vorgewählte Anzapfung durch. In den beiden Endstellungen sind die Überschaltwiderstände, da sie durch die Hauptkontakte des Lastumschalters überbrückt sind, nicht belastet.

Wähler und Lastumschalter sind üblicherweise im Trafokessel untergebracht, wobei sich der Lastumschalter in einem eigenen Bottich befindet, dessen Ölfüllung von der des Trafos durch Dichtungen getrennt ist.

Von Nachteil ist dabei der beim Umschalten auftretende Abbrand der Kontakte und die Verrußung des Öles durch die beim Schalten auftretenden Lichtbögen. Es müssen daher zur Gewährleistung eines einwandfreien Betriebes Kontakte und Öl nach einer bestimmten Schaltzahl gewechselt werden, so daß es durch die damit bedingte Abschaltung des Trafos zu Betriebsunterbrechungen kommt.

Weiters sind Ausführungen bekannt, bei denen die Lastumschaltung mit einer Kombination von mechanischen Schaltelementen und Thyristoren durchgeführt wird. Aus der GB-A-1 399 528 ist eine solche Kombination ersichtlich.

Die in der GB-A-1 399 528 beschriebene Anordnung besteht aus mindestens zwei Wähler- und zwei Dauerkontakten, einem Überschaltwiderstand sowie einem Entlastungskreis mit zwei antiparallelschalteten Thyristoren, zwei Zünddioden und einem Thyristor - Ansteuerungskontakt.

Der Wähler besteht aus zwei nicht gleichzeitig bewegten einpoligen Umschaltern, wobei die Umschaltkontakte des einen Umschalters mit den Umschaltkontakten des anderen Umschalters verbunden und an jeweils eine Anzapfung einer Regelstufe einer Regelwicklung gelegt sind.

Von den Wurzelanschlüssen der beiden Wähler führt eine leitende Verbindung direkt, die andere über den Überschaltwiderstand zu je einem Wurzelanschluß der beiden Dauerkontakte.

Über die Wähler- und Dauerkontakte erfolgt, je nach Schaltstellung direkt oder über den Thyristorkreis, eine Verbindung zu einer gemeinsamen Ableitung.

In der Mittelstellung schließen die Dauerkontakte den Thyristorkreis kurz. Sowohl die Dauerkontakte als auch der Thyristor - Ansteuerungs - kontakt sind starr mit einer Antriebswelle verbunden.

Beim Einschaltvorgang übernimmt zuerst die Thyristorgruppe den Laststrom. Dann wird diese abgeschaltet und dadurch der Laststrom auf den Strompfad des Überschaltwiderstandes gezwungen. Die Vorwahl der nächsten Regelstufe erfolgt dadurch, daß einer der beiden Wählerkontakte zur gewünschten Anzapfung bewegt wird. Nun schaltet der Thyristorkreis den Laststrom auf diese vorgewählte Anzapfung. Während über einen Wählerkontakt der Laststrom fließt, führt der zweite Wählerkontakt den Ausgleichsstrom.

Aus dieser Anordnung ergeben sich mehrere Nachteile. Beim Umschaltvorgang wird die Thyristorgruppe mit der Summe aus Laststrom und Ausgleichsstrom belastet. In der Endstellung liegen beide Wähler auf einer Anzapfung; daher kann man, bei gleicher Kontaktzahl, nur die Hälfte der Anzapfungen am Wählerumfang unterbringen. Zudem sind die Wählerkontakte in den Umschaltvorgang so integriert, daß aus ihrer langsamen Bewegung eine Erhöhung der zeitlichen Belastung der Thyristoren um mindestens eine Größenordnung resultiert.

Eine andere Anordnung zur Lastumschaltung mit mechanischen Schaltelementen und Thyristoren zeigt die DE - PS 2 104 076.

Auch hier wird der Laststrom über Wicklungsanzapfungen der Regelstufe einer Regelwicklung und über Wähler- und Dauerkontakte einer gemeinsamen Ableitung zugeführt. Statt der üblichen zwei Überschaltwiderstände ist hier jeweils ein Thyristorkreis mit antiparallelschalteten Thyristoren angeordnet. Die beiden Thyristorkreise sind über jeweils einen Trennkontakt mit der gemeinsamen Ableitung verbunden.

Der Schaltablauf wird durch eine Logikschaltung gesteuert. Der Ablauf erfolgt derart, daß der Laststrom stets von den Thyristoren geschaltet und, abhängig vom

jeweils durchzuführenden Schaltvorgang, entweder anschließend auf den Dauerkontakt kommutiert wird, oder vorher vom Dauerkontakt auf die Thyristoren kommutiert worden ist.

Nachteilig dabei ist der große Aufwand an den zur Steuerung benötigten elektronischen Bauteilen und deren Störanfälligkeit.

Ein weiterer Nachteil ist die Beeinflussung des Elektronikteils durch die Hochspannung. Zudem besteht die Gefahr, daß die magnetischen Felder der Trafowicklungen Fehlzündungen der Thyristoren auslösen.

In der GB-PS 1 007 496 ist eine weitere Anordnung zur Lastumschaltung beschrieben. Hierbei besteht von jeder Anzapfung der Transformator - Regelwicklung eine feste leitende Verbindung zu jeweils einem Paar antiparallelschalteter Thyristoren, deren Abgänge mit der gemeinsamen Ableitung verbunden sind.

Über einen Steuerstromkreis des Transformators werden die Thyristoren geschaltet. Die Umschaltung von einer Stufe auf eine andere wird durchgeführt, indem das gewählte Thyristorpaar vom leitenden in den nichtleitenden, und das vorgewählte vom nichtleitenden in den leitenden Schaltzustand gesetzt wird.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist der hohe technische Aufwand und die Störanfälligkeit der zur Steuerung nötigen elektronischen Bauteile.

In der DE-AS 23 27 610 ist eine Ausführung beschrieben, die aus zwei Lastzweigen besteht, welche jeweils eine Anzapfung der Regelwicklung mit einer gemeinsamen Ableitung verbinden. In jedem Lastzweig liegen ein Wähler - und ein Trennkontakt sowie eine Parallelschaltung, bestehend aus einem Thyristor und einem Dauerkontakt, in Serie. Die Thyristoren sind entgegengesetzt gepolt.

Zwischen den beiden Lastzweigen ist ein Stromzweig angeordnet, der über einen Umschalter jeweils einem der beiden Lastzweige parallelgeschaltet werden kann. Dieser Stromzweig besteht aus zwei antiparallelschalteten Dioden, denen der Eingang eines Spannungserfassungs- und Zündgerätes parallel liegt.

Bei dieser Ausführung sind zu Beginn der Umschaltung von einer ersten auf eine zweite Anzapfung der ersten Anzapfung bzw. dem ersten Lastzweig zugeordnete Trennkontakt und Dauerkontakt geschlossen. Der zusätzliche Stromzweig ist über den Synchron - Umschalter diesem Lastzweig parallelgeschaltet.

Durch Öffnen des Dauerkontaktes im ersten Lastzweig wird der Laststrom auf den zusätzlichen Stromzweig kommutiert. Nach dem Schließen des Trennkontaktes im zweiten Lastzweig wird der erste Thyristor gezündet und gleichzeitig der Umschaltimpuls für den Synchron - Umschalter abgesetzt. Der Synchron-Umschalter hebt vom ersten Umschaltkontakt ab, der Strom kommutiert auf den ersten Thyristor. Durch Sperrung des ersten und Zündung des zweiten Thyristors im zweiten Lastzweig wechselt der Strom von der ersten auf die zweite Anzapfung und somit über den zweiten Wählerkontakt auf den zweiten Thyristor.

Inzwischen ist der Synchron-Umschalter am zweiten Umschaltkontakt angelangt, der Laststrom wird vom zusätzlichen Stromzweig übernommen. Mit dem Öffnen des Trennkontaktes im ersten und dem Schließen des Dauerkontaktes im zweiten Lastzweig ist der Umschaltvorgang beendet.

Diese Ausführung hat den Nachteil, daß die Umschaltung nicht für alle Betriebsfälle und Schaltzeitpunkte gewährleistet werden kann, da sie im Stromnulldurchgang erfolgen soll, welcher erst durch komplizierte und störanfällige elektronische Geräte zu messen ist.

Auch in der US-A-3 662 253 ist eine Lastumschaltung beschrieben, wobei zwischen einer gemeinsamen Ableitung und zwei Wählerkontakten zwei Vakuumschalter angeordnet sind. Weiters ist ein Entlastungskreis vorgesehen, welcher zwischen der gemeinsamen Ableitung sowie - durch Verwendung eines Umschalters - jeweils einem Wählerkontakt liegt und so ausgeführt ist, daß er zu jeweils einem der beiden Vakuumschaltern parallelgeschaltet werden kann.

Der Entlastungskreis enthält eine Serienschaltung eines strombegrenzenden Widerstandes mit einem Halbleiterschalter. Für diesen Halbleiterschalter ist ein Bypasskreis mit großer Impedanz vorgesehen, um auftretende Stromanstiege zu begrenzen. Der Kreis des Bypasskreises ist mit der Primärwicklung eines Stromwandlers gekoppelt, dessen Sekundärwicklung einem Gittersteuergerät zugeführt ist. Das Gittersteuergerät beinhaltet Steuerglieder, welche den sekundären Stromanstieg des im Kreis des Bypasskreises eingebrachten Stromwandlers ausnützen.

Das Umschalten der Anzapfungen unter Last erfolgt, unter Zwischenschaltung des Entlastungskreises, während der voneinander abhängigen Einschalt - bzw. Ausschaltbewegungen der Vakuumschalter.

In dieser US-A-3 662 253 wird auch ein aufwendigeres System zum Umschalten der Anzapfungen von Regeltransformatoren vorgeschlagen, bei welchem wiederum zwei Vakuumschalter zwischen der gemeinsamen Ableitung und den Wählerkontakten liegen. Auch hier ist ein Entlastungskreis zwischen der gemeinsamen Ableitung und einem Umschalter derart angeordnet, daß der Entlastungskreis parallel zu jeweils einem der beiden Vakuumschalter gelegt werden kann.

Der Entlastungskreis besteht aus einer Serienschaltung eines Halbleiterschalters mit einem ohmschen Widerstand; diese Serienschaltung ist mit einem Halbleiterschalter parallelgeschaltet. Zur Verhinderung eines Spannungsanstieges während der Umschaltvorgänge ist, parallel zum Halbleiterschalter der Serienschaltung, ein Spannungsbegrenzungskreis vorgesehen.

Die Verbindungsleitungen zwischen den beiden Vakuumschaltern und der gemeinsamen Ableitung, sowie die Verbindungsleitung zwischen dem Spannungsbegrenzungskreis und der gemeinsamen Ableitung sind jeweils mit der Primärwicklung eines zugeordneten von drei Stromwandlern gekoppelt. Die Sekundärwicklungen

gen dieser Stromwandler sind mit jeweils einem zugeordneten von drei Gittersteuergeräten verbunden, denen die zeitgerechte Zündung der Halbleiterschalter des Entlastungskreises obliegt. Durch entsprechende Zündeneinstellung wird erreicht, daß während des Öffnens und Schließens der Vakuumschalter der Laststrom über die Halbleiterschalter fließt, so daß ein Lichtbogen verhindert wird.

Der Nachteil der in der US-A-3 662 253 vorgeschlagenen Schaltungsanordnungen liegt im umfangreichen und störungsanfälligen technischen Aufwand.

In der Druckschrift DD-C-40 772 ist eine Schaltung dargestellt, welche einen mit Halbleiterventilen ausgestatteten Lastumschalter für Transformatoren und Drosselspulen zeigt. Dabei sind die Halbleiterventile paarweise antiparallelgeschaltet und zwischen Überschaltwiderständen und gemeinsamer Ableitung angeordnet. Parallel zu diesen Halbleiterventilen sind Ruhekontakte vorgesehen, welche öffnen, wenn das Halbleiterventilpaar, das dem im geschlossenen Zustand befindlichen Ruhekontakt am nächsten liegt, angesteuert wird. In einer Ausgestaltung ist die Schaltung derart weiterentwickelt, daß mit einem Halbleiterventilpaar, zwei Ruhekontakten, einem Überschaltwiderstand und zwei zusätzlichen Umschaltern ein Umschaltvorgang durchführbar ist. Konkret sind dabei eine erste Serienschaltung - bestehend aus dem einen Umschalter und dem Halbleiterventilpaar - mit einer zweiten Serienschaltung - bestehend aus dem anderen Umschalter und dem Überschaltwiderstand - parallelgeschaltet.

Die Schaltungen lt. Druckschrift DD-C-40 772 weisen den Nachteil auf, daß damit die Thyristoren einer sehr hohen Strombelastung ausgesetzt werden.

Die in der Offenlegungsschrift DE-A-2 210 049 vorgestellte Erfindung betitelt sich „Anordnung und Verfahren zur unterbrechungslosen Lastumschaltung bei Stufentransformatoren“. Auch bei diesem erfindungsgemäßen System wird die Umschaltung mittels eines aus antiparallelgeschalteten Thyristoren bestehenden, lichtbogenfrei arbeitenden Schalters vorgeschlagen. Konkret ist aus dem Schaltbild ersichtlich, daß mittels jeweils eines von zwei Schaltern der aus Thyristoren bestehende Entlastungskreis überbrückbar ist. Der Oberbegriff des vorliegenden Patentanspruches wird von dieser Offenlegungsschrift ausgehend gebildet.

Die Schaltung 1t. Offenlegungsschrift DE-A-2 210 049 ist in bezug auf die Strombelastung der Thyristoren nachteilig.

In der Patentpublikation DE-A-1 638 555 wird eine kurzschlußfeste Lastumschaltung bei Stufentransformatoren vorgestellt. Bei dieser Erfindung handelt es sich um die in der einschlägigen Fachliteratur weithin bekannte "Wimpelschaltung". Diese Schaltung wird vorteilhaft nur bei Leistungsfluß in lediglich einer Richtung angewendet. Der Grund hierfür besteht darin, daß in einer Stellung bei Leistungsfluß in einer Richtung die geometrische Differenz von Laststrom und Ausgleichsstrom durch das Schaltelement fließt und zu schalten

ist.

Als wiederkehrende Spannung tritt ebenfalls die Differenz zwischen Stufenspannung und Spannungsabfall am Überschaltwiderstand auf. Soll der Stufenschalter allgemein, d. h. auch für Leistungsfluß in unterschiedlicher Richtung, geeignet sein, dann müßte das Schaltelement für die Summe der beiden Ströme ausgelegt sein. Diese Bedingung ist für das in der Patentpublikation DE-A-1 638 555 verwendete Schaltelement, welches ein Vakuumschalter ist, bedeutungslos. Im Gegensatz dazu müßten Thyristoren für ein solches Schaltelement entsprechend groß dimensioniert werden, was sich entscheidend, d. h. negativ, in den Abmessungen - und selbstverständlich auch im Preis - auswirken würde. Selbst bei Leistungsfluß in nur einer Richtung müßten die Thyristoren größer dimensioniert werden, weil die geometrische Differenz zu berücksichtigen ist.

Auch die Patentpublikation DD-C-72 826 befaßt sich mit einem Lastumschalter für Transformatoren und Drosselspulen. Dabei sind zwischen einer gemeinsamen Ableitung und zwei Wicklungsanzapfungen zwei Vakuumschalter, ein Umschaltwiderstand sowie ein Vorkontaktumschalter und ein zweiter Umschalter vorgesehen.

Bei der Schaltungsanordnung 1t. Patentpublikation DD-C-72 826 fließt der Laststrom in jeder beliebigen Stellung der beiden Umschalter stets über einen Vakuumschalter. Es ist technisch irrelevant, bei dieser Schaltungsanordnung den Vakuumschalter durch einen Thyristorlastumschalter zu ersetzen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Anordnung bei einem Lastumschalter eines Stufenschalters zum unterbrechungslosen Umschalten der Regelwicklung eines Transformators der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die Nachteile der bekannten Anordnungen vermeidet und die Spannungs- und Strombelastung der Thyristoren beim Umschaltvorgang auf einem Minimum hält.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß der Entlastungskreis einen zweiten Umschalter enthält, der mit dem Thyristorkreis in Serie liegt, und daß der eine Umschaltkontakt des zweiten Umschalters direkt und der andere Umschaltkontakt dieses zweiten Umschalters über den Überschaltwiderstand mit dem Wurzelanschluß des ersten Umschalters verbunden ist.

Durch diese Anordnung wird der Bauteilaufwand, um ein lichtbogenfreies Schalten von einer Regelstufe zur anderen zu erreichen, relativ gering gehalten. Selbstverständlich wird damit auch ein Kontaktabbrand an den Dauerkontakten verhindert. In den Endstellungen erfolgt keine Belastung der Thyristoren, da sie durch den jeweiligen parallel angeordneten Dauerkontakt überbrückt sind. Eine Belastung der Thyristoren durch Kurzschlußströme ist ebenfalls vermieden.

Unter Zugrundelegung einer Überschaltzeit von 120 ms können die beim bekannten Lastumschalter ver-

wendeten mechanischen Schaltelemente sowie die Überschaltwiderstände verwendet werden.

Weiters ist vorteilhaft, daß nur eine Zündvorrichtung erforderlich ist, die im Laufe eines Umschaltvorganges zwei Mal betätigt wird.

Die nähere Erläuterung der Erfindung erfolgt unter Zuhilfenahme von Zeichnungen, wobei Fig. 1 den erfindungsgemäßen Lastumschalter darstellt, und Fig. 2 und 3 die zugehörigen Ablaufdiagramme sind.

Fig. 1 zeigt eine Regelstufe 13 einer Regelwicklung, deren Laststrom über eine niedere oder höhere Wicklungsanzapfung 11, 12 und über mindestens zwei Wählerkontakte 14, 15 und zwei Dauerkontakte 9, 10 einer gemeinsamen Ableitung 16 zuführbar ist. Die Umschaltung von der niederen auf die höhere Wicklungsanzapfung oder umgekehrt erfolgt über einen Umschalter 5, wobei der Laststrom kurzzeitig auf einen Entlastungskreis 17 übergeht, der zwischen dem Wurzelanschluß 6 des Umschalters 5 und der gemeinsamen Ableitung 16 angeordnet ist. Von den beiden Kontakten 7, 8 des Umschalters 5 ist jeweils einer an die Verbindung des Wählerkontakts 14, 15 mit dem Dauerkontakt 9, 10 gelegt.

Der Entlastungskreis 17 besteht aus einem Umschalter 18 und einem dazu in Serie liegenden Thyristorkreis 2 mit antiparallelschalteten Thyristoren 2a, 2b. Ein Überschaltwiderstand 4 ist über einen Überbrückungsschalter 23 mit der gemeinsamen Ableitung 16 verbunden. Der eine Umschaltkontakt 20 des Umschalters 18 ist direkt, der andere Umschaltkontakt 21 über den Überschaltwiderstand 4 mit dem Wurzelanschluß 6 des Umschalters 5 verbunden.

Wie aus den Ablaufdiagrammen Fig. 2 und 3 ersichtlich, sind die Schaltzeiten für die Zündung der Thyristoren 2a, 2b asymmetrisch versetzt.

Diese Asymmetrie in beiden Schaltrichtungen, sowie die Endkontakt-Umschaltung des Umschalters 5 ist mechanisch herzustellen.

Im folgenden wird an Hand der Fig. 1 und 2 eine Umschaltung von der Stufenanzapfung 11 auf die Stufenanzapfung 12 der Regelstufe 13 einer Regelwicklung in Schritten beschrieben. Die linksseitigen Bezeichnungen in Fig. 2 entsprechen den Schaltern bzw. Thyristoren und Kontakten in Fig. 1. Außerdem bedeutet 11 → 12 die Schaltrichtung von Anzapfung 11 auf 12. Von den zwei Feldern, welche sich auf den Thyristorkreis 2 beziehen, zeigt das erste Feld die Dauer der Zündimpulse, das zweite Feld die Dauer des Stromflusses durch die Thyristoren.

Schritt

A Wählerkontakte 14, 15 und Dauerkontakt 9 geschlossen; Umschalter 5 verbindet Kontakt 7 über Wurzelanschluß 6 mit Entlastungskreis 17; Entlastungskreis 17 befindet sich im nichtleitenden Schaltzustand; Umschalter 18 verbindet Kontakt 20 mit Wurzelanschluß 19; Thyristorkreis 2 im nichtlei-

tenden Schaltzustand; überbrückungsschalter 23 geschlossen; Laststrom fließt über Wicklungsanzapfung 11 der Regelstufe 13 der Regelwicklung, sowie über Wähler - 14 und Dauerkontakt 9 zur gemeinsamen Ableitung 16. Thyristorkreis 2 wird gezündet.

B Dauerkontakt 9 öffnet, Thyristorkreis 2 übernimmt Laststrom.

C Thyristorkreis 2 wird nicht mehr gezündet und führt Strom nur mehr bis zum nächsten Nulldurchgang; danach fließt Laststrom über Überschaltwiderstand 4 und Überbrückungsschalter 23.

D Umschalter 18 öffnet, Dauerkontakt 10 schließt; Laststrom, vermindert um den Ausgleichsstrom, fließt über Wicklungsanzapfung 12, Wählerkontakt 15 und Dauerkontakt 10 zur gemeinsamen Ableitung 16; Ausgleichsstrom fließt über Überschaltwiderstand 4 und Kontakt 23.

E Umschalter 18 verbindet Wurzelanschluß 19 mit Kontakt 21, Thyristorkreis 2 wird gezündet.

F Überbrückungsschalter 23 öffnet; Ausgleichsstrom fließt über Thyristorkreis 2.

G Thyristorkreis 2 wird nicht mehr gezündet und führt den Ausgleichsstrom nur mehr bis zum nächsten Nulldurchgang; danach fließt Laststrom über Wicklungsanzapfung 12, Wählerkontakt 15 und Dauerkontakt 10 zur gemeinsamen Ableitung 16.

H Umschalter 5 schaltet Wurzelanschluß 6 von Kontakt 7 auf Kontakt 8.

I Umschalter 18 schaltet von Kontakt 21 auf Kontakt 20; Überbrückungsschalter 23 schließt; damit ist der Entlastungskreis für die nächste Stufenumschaltung bereit.

Für den Entlastungskreis nach Fig. 1 gelten nachfolgende Zusammenhänge.

Strom - Belastungsdauer des Thyristorkreises 2: $t_L \dots 15 + 20 \text{ ms}$

Spannungsbelastung des Thyristorkreises 2: $U_{TH} = I_L \times R_{\bar{U}}$

Belastung des Thyristorkreises 2 durch Ausgleichsstrom:

$$I_A = \frac{E_{ST}}{R_{\bar{U}}}$$

Ausgleichsstrom - Belastungsdauer: $t_A \dots 5 \div 15 \text{ ms}$
Hierbei sind:

t_L Strom - Belastungsdauer

I_L Laststrom

I_A Ausgleichsstrom

U_{TH} Spannung am Thyristor

E_{ST} Stufenspannung

$R_{\bar{U}}$ Überschaltwiderstand

t_A Ausgleichsstrom - Belastungsdauer

An Hand der Fig. 1 und 3 wird eine andere Variante der Umschaltung von der Stufenanzapfung 11 auf die Stufenanzapfung 12 der Regelstufe 13 der Regelwicklung beschrieben.

Die Schritte A bis C sind äquivalent mit der vorigen Beschreibung des Umschaltvorganges. Die weiteren Schritte sind nachfolgend angeführt.

- D Umschalter 18 schaltet Wurzelanschluß 19 von Kontakt 20 auf Kontakt 21. Thyristorkreis 2 wird gezündet.
- E Überbrückungsschalter 23 öffnet; Thyristorkreis 2 übernimmt den Laststrom.
- F Dauerkontakt 10 schließt; Laststrom, vermindert um den Ausgleichsstrom, fließt über Stufenanzapfung 12, Wählerkontakt 15 und Dauerkontakt 10 zur gemeinsamen Ableitung 16; Thyristorkreis 2 führt den Ausgleichsstrom.
- G Thyristorkreis 2 wird nicht mehr gezündet und führt den Ausgleichsstrom nur mehr bis zum nächsten Nulldurchgang.
- H Umschalter 5 schaltet Wurzelanschluß 6 von Kontakt 7 auf Kontakt 8.
- I Umschalter 18 schaltet von Kontakt 21 auf Kontakt 20; Überbrückungsschalter 23 schließt; damit ist der Entlastungskreis für die nächste Stufenumschaltung bereit.

Patentansprüche

1. Anordnung bei einem Lastumschalter eines Stufenschalters zum unterbrechungslosen Umschalten der Regelwicklung eines Transformators, wobei der Laststrom über eine niedrigere oder höhere Wicklungsanzapfung (11, 12) einer Regelstufe (13) einer Regelwicklung und über eine Verbindung von mindestens zwei Wählerkontakten (14, 15) und zwei Dauerkontakten (9, 10) mit einer gemeinsamen Ableitung (16) führbar ist, und wobei die Umschaltung von der niederen auf die höhere Wicklungsanzapfung (11, 12) oder umgekehrt über einen ersten Umschalter (5) derart erfolgt, daß der Laststrom kurzzeitig auf einen Entlastungskreis (17) übergeht, der zwischen dem Wurzelanschluß (6) dieses ersten Umschalters (5) und der gemeinsamen Ableitung (16) angeordnet ist, wobei der Entlastungskreis (17) einen Thyristorkreis (2) mit antiparallelgeschalteten Thyristoren (2a, 2b) und einen Überschaltwiderstand (4) enthält, der über einen Überbrückungsschalter (23) mit der gemeinsamen Ableitung (16) verbunden ist, und wobei jeweils einer der beiden Kontakte (7, 8) des ersten Umschalters (5) an die Verbindung eines Wählerkontaktes (14, 15) mit einem Dauerkontakt (9, 10) gelegt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Entlastungskreis (17) einen zweiten Umschalter (18) enthält, der mit dem Thyristorkreis (2) in Serie liegt, und daß der eine Um-

schaltkontakt (20) des zweiten Umschalters (18) direkt und der andere Umschaltkontakt (21) dieses zweiten Umschalters (18) über den Überschaltwiderstand (4) mit dem Wurzelanschluß (6) des ersten Umschalters (5) verbunden ist.

Claims

1. An arrangement in the case of a load change-over switch in a tap switch for interruption-free switching over of the control winding of a transformer, the load current being supplied via a lower or higher winding tap (11, 12) to a control stage (13) of a control winding and via a connection between at least two selector contacts (14, 15) and two permanent contacts (9, 10) with a common charge eliminator (16), switching-over from the lower to the higher winding tap (11, 12) or vice versa being made via a first change-over switch (5) by briefly transferring the load current to a discharge circuit (17) disposed between the common charge eliminator (16) and the root connection (6) of the said first change-over switch (5), the discharge circuit (17) containing a thyristor circuit (2) comprising anti-parallel connected thyristors (2a, 2b) and a transition resistor (4) connected via a bridging switch (23) to the common charge eliminator (16), and a respective one of the two contacts (7, 8) of the first change-over switch (5) is connected to the connection between a selector contact (14, 15) and a permanent contact (9, 10), characterised in that the discharge circuit (17) contains a second change-over switch (18) in series with the thyristor circuit (2), and one contact (20) of the second change-over switch (18) is directly connected to the root connection (6) of the first change-over switch (5) and the other contact (21) of the second change-over switch (18) is connected thereto via the transition resistor (4).

Revendications

1. Agencement dans un commutateur de réglage en charge d'un gradateur de réglage en charge destiné à la commutation sans interruption de l'enroulement de réglage d'un transformateur, le courant de charge pouvant être acheminé par l'intermédiaire d'un piquage d'enroulement inférieur ou supérieur (11, 12) d'un palier de réglage (13) d'un enroulement de réglage, et par l'intermédiaire d'une liaison d'au moins deux contacts de sélection (14, 15) et deux contacts permanents (9, 10) avec une dérivation de sortie (16) commune, la commutation du piquage d'enroulement inférieur au piquage d'enroulement supérieur (11, 12) ou inversement s'effectuant par l'intermédiaire d'un premier commutateur (5), de telle sorte que le courant de charge

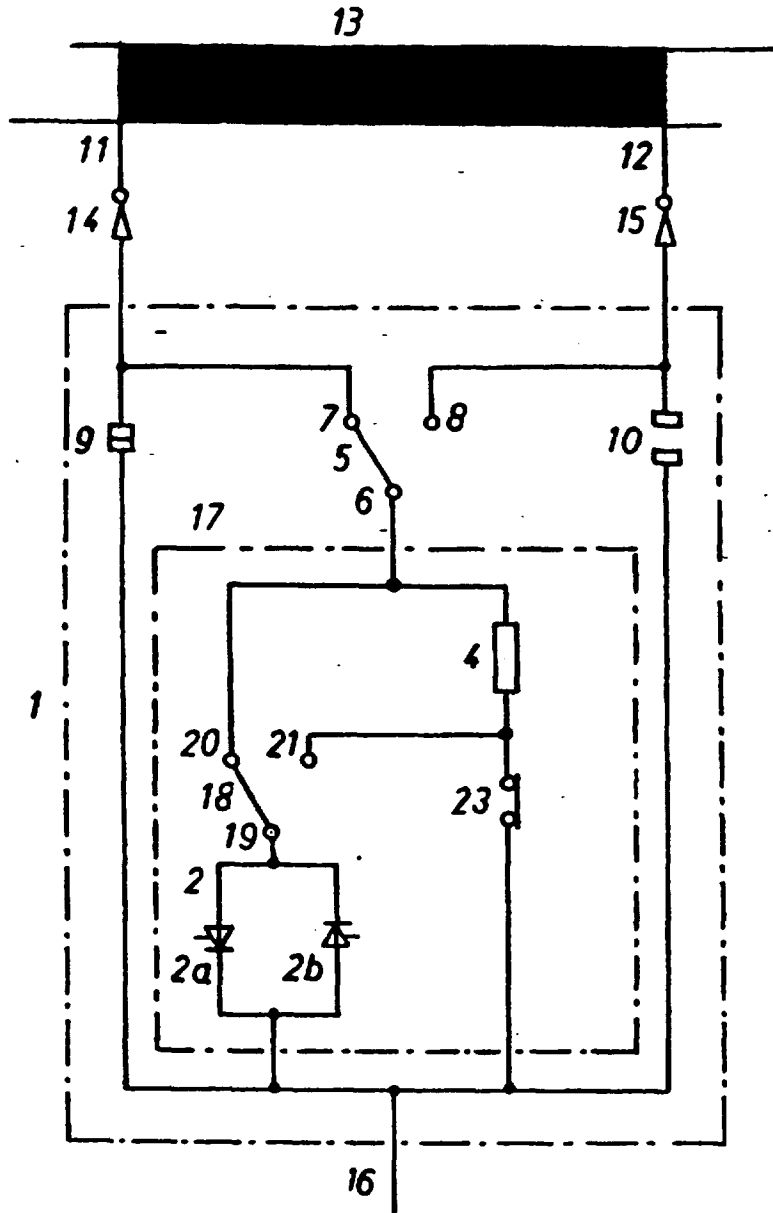


FIG. 1

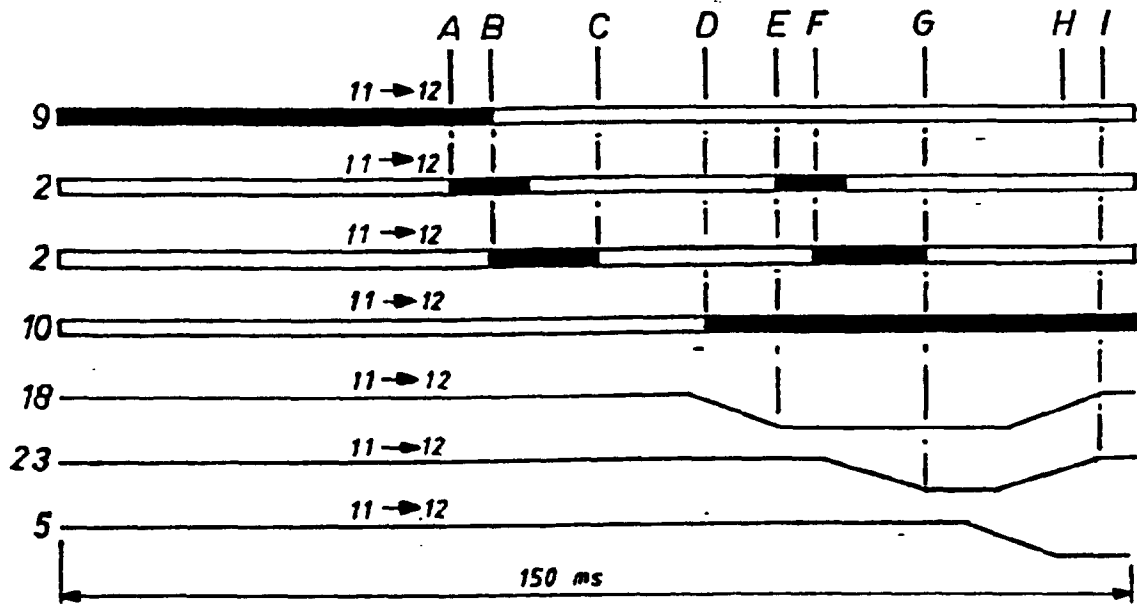


FIG. 2

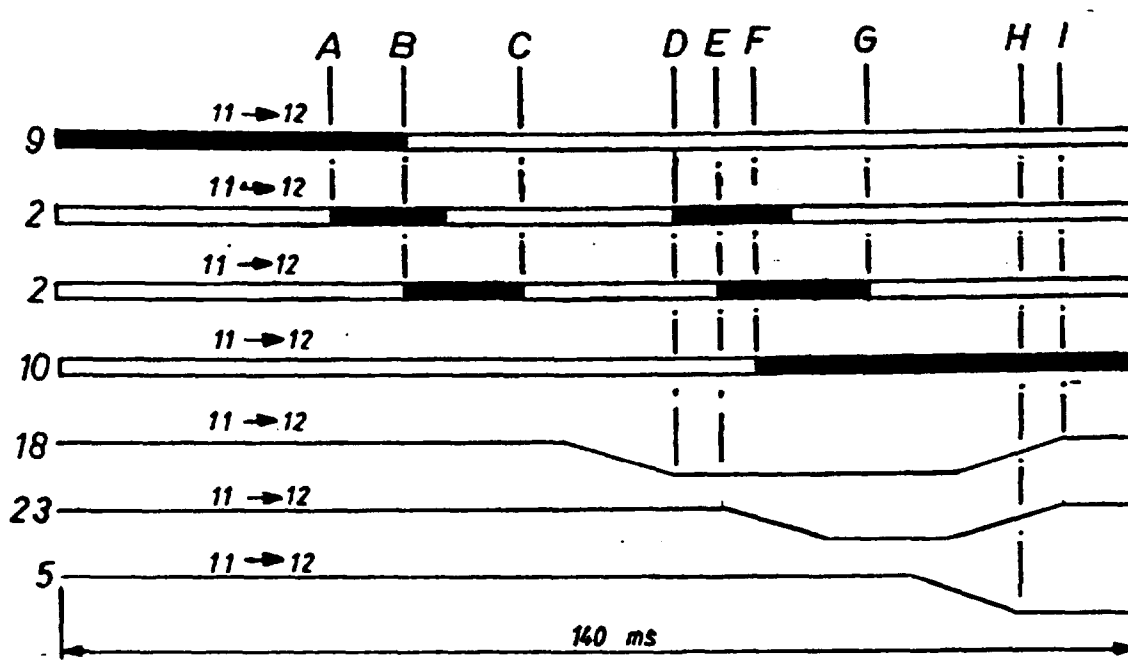


FIG. 3