



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑯ Veröffentlichungsnummer: **0 141 296**
B1

⑯

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- ⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.09.87** ⑯ Int. Cl. 4: **H 01 F 27/34, H 01 F 29/04,**
⑯ Anmeldenummer: **84112034.8** **H 01 G 4/40**
⑯ Anmeldetag: **08.10.84**

⑯ **Schaltungsanordnung für Leistungsgroßtransformatoren.**

⑯ Priorität: 20.10.83 DE 3338149	⑯ Patentinhaber: TRANSFORMATOREN UNION AKTIENGESELLSCHAFT, Katzwanger Strasse 150, D-8500 Nürnberg 40 (DE)
⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 15.05.85 Patentblatt 85/20	⑯ Erfinder: Stein, Werner, Dr. Dipl.- Ing., Straßenäckerweg 4, D-8500 Nürnberg (DE) Erfinder: Müller, Walter, Dr. Dipl.- Ing., Kappelbergsteig 37, D-8540 Schwabach (DE)
⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: 02.09.87 Patentblatt 87/36	⑯ Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.- Ing., Postfach 22 01 76, D-8000 München 22 (DE)
⑯ Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB LI	
⑯ Entgegenhaltungen: EP-A-0 069 284 DE-A-2 117 422 DE-B-2 222 546 DE-B-2 300 896 DE-C-680 283 DE-C-2 328 375	

EP 0 141 296 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für Leistungsgrößtransformatoren mit einer Unterspannungs-, einer Oberspannungsstamm- und einer Stufenwicklung in Zu- und Gegenschaltung, mit einem RC-Glied für die Stufenwicklung sowie mit einer sternpunktseitigen Stufenschalteinrichtung, wobei die Stufenwicklung beispielsweise aus zwei elektrisch parallelen, mittensymmetrischen Teilen besteht, und geht dabei z. B. von der DE-A- 21 17 522 aus.

Wicklungen von Transformatoren haben bestimmte Eigenresonanzfrequenzen. Eine von außen anliegende schwingende Schaltspannung kann bei Übereinstimmung der Frequenz diese Eigenschwingungen anregen und zu sehr hohen inneren Spannungsbeanspruchungen für die Isolierung der Wicklung führen. Beim Aufbau von Oberspannungswicklungen aus einer Stammwicklung und einer zugehörigen Stufenwicklung in Zu- und Gegenschaltung können die Schwingungen mit der Eigenfrequenz der Stufenwicklung besonders unangenehm sein. Diese Spannungsschwingungen beeinflussen in bestimmten Stellungen des Stufenschalters, insbesondere in Gegenschaltung, auch das Ende der Stammwicklung und führen auch hier zu Spannungsüberhöhungen und gefährden dadurch die Isolierung.

Das Verhältnis der Resonanzamplitude am Ende der Stammwicklung zur Schaltspannungsamplitude am Eingang errechnet sich aus

$$\frac{U_A}{U_1} = \sqrt{n_C^2 + Q^2(n_C - n_T)^2}$$

mit n_C = kapazitives Übersetzungsverhältnis

Stamm-/ Stufenwicklung

n_T = induktives Übersetzungsverhältnis

Stamm-/ Stufenwicklung (< 0 bei

Gegenschaltung)

Q = Güte bei der Eigenfrequenz der Stufenwicklung.

Um die Resonanzamplituden an dieser Stelle zu reduzieren, ist bereits vorgeschlagen worden, räumlich zwischen Stamm- und Stufenwicklung einen elektrostatischen Schirmzylinder anzuordnen, der an das Sternpunktpotential angelenkt wird und die beiden Wicklungen elektrisch voneinander entkoppelt ($n_C \rightarrow 0$). Dieser Schirmzylinder ist jedoch technisch schwierig ausführbar und beansprucht darüber hinaus wertvollen Platz im Kernfenster des Transformators, so daß dieser durch die Schirmmaßnahme vergrößert und verteuert ist.

Durch die DE-C- 23 28 375 ist es auch schon bekannt, zur Spannungssteuerung an Wicklungen von Transformatoren eine Kondensatorenbatterie aus Einzelkondensatoren einzusetzen, wobei jedem zu steuernden Wicklungsabschnitt ein Einzelkondensator parallelgeschaltet ist. Diese Einzelkondensatoren können analog zu durch die

DE-C- 680 283 bekannten Widerstands- und Kapazitätselementen aus Werkstoff mit hohem ohmschen Widerstand bestehen. Bei Resonanzanregung einer derart kapazitiv beschalteten Stufenwicklung in Gegenschaltung werden zwar die Resonanzamplituden dadurch abgesenkt, daß die kapazitiv übertragene Spannung, d.h. n_C , reduziert wird.

Der Gütefaktor Q der Wicklung wird jedoch durch diese Beschaltung praktisch nicht beeinflußt.

Das Gleiche gilt auch für eine durch die DE-A- 2 117 422 bekannte Anordnung, bei der ein RC-Glied ohne Umschaltmöglichkeit fest parallel zu einer Grobstufenwicklung geschaltet ist. Durch die Parallelschaltung dieses RC-Gliedes zu der Grobstufenwicklung bilden diese beiden Baugruppen zusammen mit den jeweils eingeschalteten Feinstufen elektrisch eine Reihenschaltung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur schadlosen Aufnahme von aus schwingenden Schaltspannungen herrührenden Überspannungen durch Transformatorkreisläufe zu schaffen, ohne dabei eine Vergrößerung des Transformatorkernfensters zu erzwingen, und dabei auch den übrigen Raumbedarf auf das Notwendigste zu beschränken.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe für eine eingangs angegebene Schaltungsanordnung durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebene Merkmalskombination gelöst.

Eine sehr vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Kondensator aus den einzelnen Stufen parallel geschalteten, miteinander elektrisch in Reihe liegenden Teilkondensatoren aufgebaut ist und dadurch auch die Eigenfrequenzen höherer Ordnungszahl der Stufenwicklung wirksam bedämpft.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist sehr vorteilhaft, denn sie gewährleistet einen optimalen Schutz der Stufenwicklung gegenüber schwingenden Schaltstoßspannungen. Bei Resonanzanregung der Stufenwicklung wird in vorteilhafter Weise eine Zusatzdämpfung erreicht, ohne daß die Wicklungsverluste bei der Betriebsfrequenz meßbar erhöht werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem einzigen Kondensator

Fig. 2 zeigt eine Schaltungsanordnung mit einem in Teilkondensatoren aufgeteilten Kondensator.

Einander entsprechende Bauteile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Konzentrisch um einen Kernschenkel 11 sind in üblicher Weise von innen nach außen aufeinanderfolgend eine Unterspannungswicklung 12, eine Oberspannungswicklung 13, sowie eine

Stufenwicklung 14 mit Stufen 1 bis 10 angeordnet. Die Stufenwicklung 14 ist aus zwei elektrisch parallelen, räumlich symmetrisch zu einem Mitteneingang (1) angeordneten Teilen zusammengesetzt.

Die Stufen 1 bis 10 sind durch Kontaktarme 15 eines Wählers 16 anwählbar und je einer der Kontaktarme 15 ist durch einen unterbrechungslos schaltenden Lastschalter 17 mit dem Sternpunkt des Transfomators verbunden. Der Mitteneingang und die Enden der Stufenwicklung 14 sind mit Festkontakte in einem Wender 18 verbunden, dessen beweglicher Kontakt am niederspannungsseitigen Ende der Oberspannungsstammwicklung 13 liegt. Durch entsprechende Ausführung des Wickelsinns der Oberspannungsstammwicklung 13 und in den beiden Teilen der Stufenwicklung 14 werden bei der gestrichelt dargestellten Schaltstellung des Wenders 18 die Spannungen der Wicklungen 13 und 14 addiert und bei der ausgezogenen dargestellten Schaltstellung subtrahiert.

Erfindungsgemäß ist nun zwischen dem Mitteneinschluß der Stufenwicklung 14 und dem Sternpunkt des Transfomators ein Kondensator 19 geschaltet, der die kapazitiv übertragene Spannung stark vermindert. Dabei ist dem Kondensator 19 zur Dämpfung seiner Ladeströme und zur Verkleinerung des Gütefaktors ein Dämpfungswiderstand 20 vorgeschaltet.

Fig. 2 zeigt eine Anordnung, bei der der Kondensator in Teilkondensatoren 21 aufgeteilt ist. Die Verwendung einer Kondensatorbatterie aus Teilkondensatoren 21 ermöglicht darüber hinaus eine Herstellung derselben aus zweigängig ineinander gewickelten Spulen aus einem Bandleiter aus einer Widerstandslegierung. Damit ist eine Zusatzdämpfung der Stufenwicklung 14 möglich, ohne deren bei Betriebsfrequenz auftretende Verluste meßbar zu erhöhen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für Leistungsgroßtransformatoren mit einer Unterspannungs- (12), einer Oberspannungsstamm- (13) und einer Stufenwicklung (14) in Zu- und Gegenschaltung, mit einem RC-Glied für die Stufenwicklung, sowie mit einer sternpunktseitigen Stufenschalteinrichtung (15, 16, 17), dadurch gekennzeichnet,

- daß zwischen dem Mitteneinschlußpunkt (1) der Stufenwicklung (14) an die Oberspannungsstammwicklung (13) und dem Sternpunkt des Transfomators elektrisch parallel zu den jeweils in Gegenschaltung stromführenden Stufen der Stufenwicklung (14) ein Kondensator (19) in Reihe mit einem Widerstand (20) vorgesehen ist,
- daß der Kondensator (19) und der Widerstand

(20) durch ihre Dimensionierung die Resonanzamplituden des Mittenanschlußpunktes (1) gegen Erde erheblich vermindern und

- 5 - daß der Kondensator (19 bzw. 21) aus spiralförmig aufgewickelten Bandleitern aus einer Widerstandslegierung aufgebaut ist, die durch ihre Dimensionierung ebenfalls zur Reduzierung der Resonanzamplituden des Mittenanschlußpunktes (1) beiträgt.
- 10 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator in den einzelnen Stufen (1 - 10) der Stufenwicklung (14) elektrisch parallel liegende Teilkondensatoren (21) zerlegt ist, die miteinander in Reihe geschaltet sind.
- 15 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitäten der Teilkondensatoren (21) gleich groß sind.
- 20 4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle derselben Phase eines Mehrphasentransfomators zugeordneten Teilkondensatoren (21) in einer säulenförmigen, besonderen, von der Stufenwicklung (14) getrennten Baugruppe zusammengefaßt sind.

30 Claims

1. A circuit arrangement for high-power transformers comprising a low-voltage main winding (12) a high-voltage main winding (13) and a step winding (14) connected in forward and reverse sense, with an RC-element for the step winding, and with a step switching device (15, 16, 17) on the star-point side, characterised in that
- 35 - a capacitor (19) is arranged in series with a resistor (20) arranged between the connection of the central tapping point (1) of the step winding (14) with the high-voltage main winding (13) and leading to the star-point of the transformer, to be electrically in parallel with those steps of the step winding (14) which conduct current in the reverse sense;
- 40 - the dimensioning of the capacitor (19) and the resistor (20) substantially reduce the resonance amplitude of the central tapping point (1) to earth; and
- 45 - the capacitor (19, 21) is constructed from spirally-wound strip conductors consisting of a resistive alloy which is dimensioned to contribute to the reduction of the resonance amplitudes of the central tapping point (1).
- 50 2. A circuit arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that the capacitance of the step winding (14) is split into sub-capacitors (21) which are electrically in parallel with the individual steps (1, 10) and connected to one another in series.
- 55 3. A circuit arrangement as claimed in Claim 2, characterised in that the capacitances of the sub-capacitors (21) are equal in value.
- 60 4. A circuit arrangement as claimed in Claim 2

or 3, characterised in that all those sub-capacitors (21) assigned to the same phase of a multi-phase transformer are combined in a separate column-like assembly separated from the step winding (14).

5

Revendications

10

1. Montage pour des transformateurs de puissance avec un enroulement réel basse tension (12), un enroulement réel haute tension (13) et un enroulement en gradins (14) en montage série et en opposition, avec un circuit RC pour l'enroulement en gradins, ainsi qu'avec un dispositif à commutation en gradins (15, 16, 17), caractérisé par le fait

15

qu'entre le point de raccordement médian (1) de l'enroulement en gradins (14) associé à l'enroulement réel haute tension (13) et le point neutre du transformateur, il est prévu, électriquement en parallèle sur les gradins de l'enroulement en gradins (14), montés en opposition pour le passage du courant, un condensateur (19) en série avec une résistance (20);

20

que le condensateur (19) et la résistance (20) réduisent, du fait de leur dimensionnement, considérablement les amplitudes de résonance du point de branchement médian (14) par rapport à la terre; et

25

que le condensateur (19 ou 21) est constitué par des conducteurs plats enroulés en spirale et fait avec un alliage résistif qui, par sa constitution, contribue également à réduire les amplitudes de résonance du point de raccordement médian (1).

30

2. Montage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le condensateur est subdivisé en des condensateurs partiels (21) montés en parallèle entre les différents gradins (1-10) de l'enroulement en gradins (14), et reliés en série entre eux.

35

3. Montage selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les capacités des condensateurs partiels (21) sont égales entre elles.

40

4. Montage selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que tous les condensateurs partiels (21) associés à une même phase d'un transformateur polyphasé, sont rassemblés en un groupe de construction particulier, de la forme d'une colonne et séparé de l'enroulement à gradins (14).

45

50

55

60

65

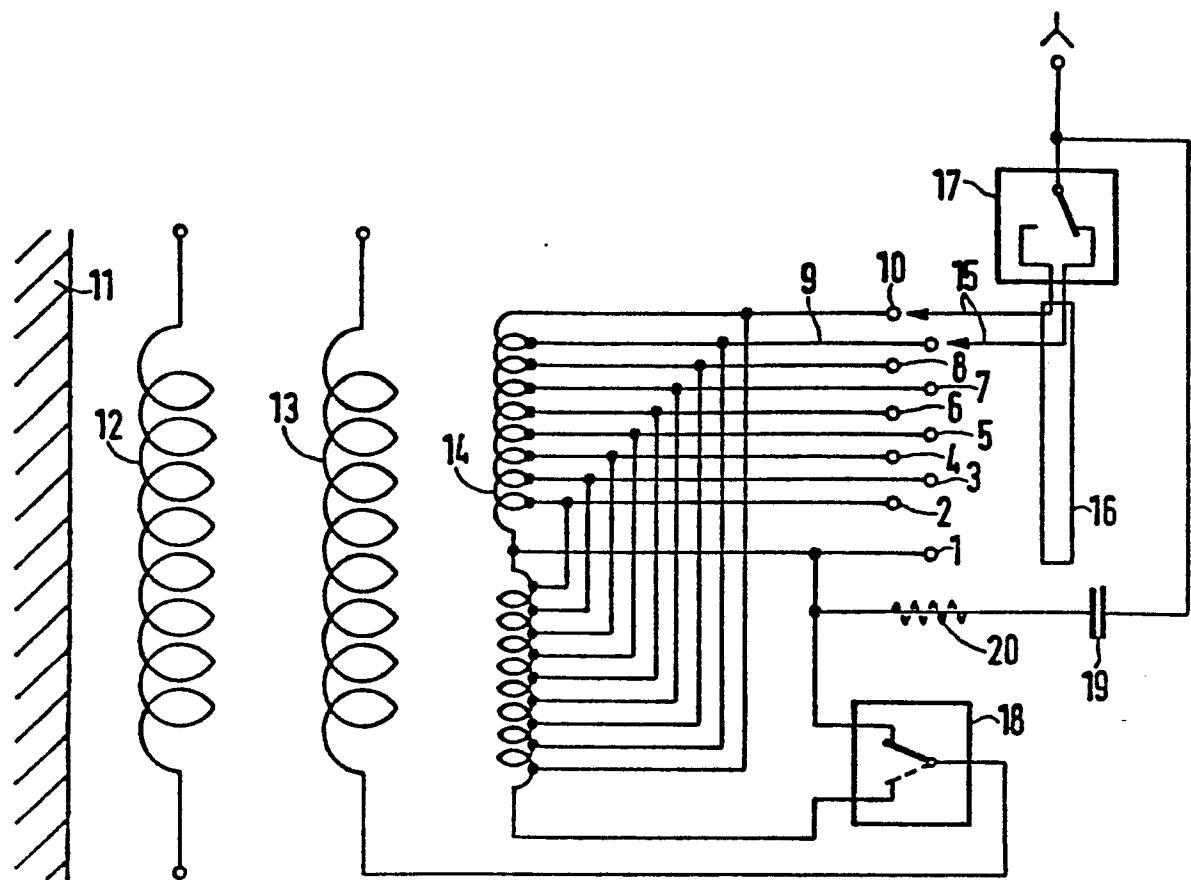


FIG 1

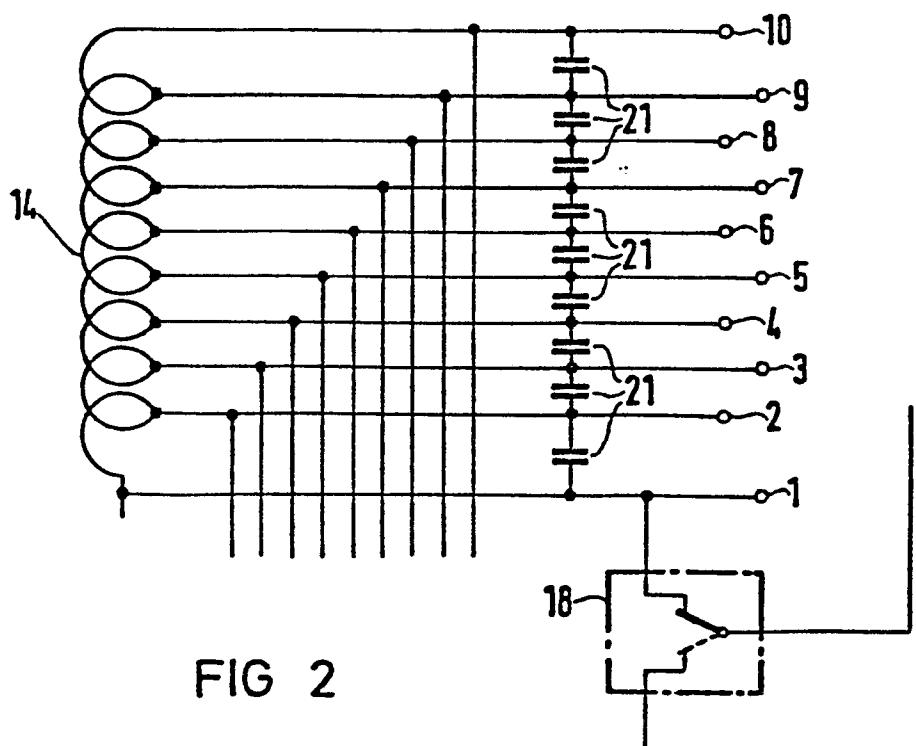


FIG 2