

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 166 951**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
02.09.87

(51)

Int. Cl. 4: **H 01 F 33/00, H 01 F 27/28,**
H 01 F 27/04

(21)

Anmeldenummer: **85106455.0**

(22)

Anmeldetag: **24.05.85**

(54)

Transformator mit einer Hochstromdurchführungsanordnung.

(30)

Priorität: **07.06.84 DE 3421222**
28.06.84 DE 3423902

(73)

Patentinhaber: **TRANSFORMATOREN UNION**
AKTIENGESELLSCHAFT, Katzwanger Strasse 150,
D-8500 Nürnberg 40 (DE)

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.01.86 Patentblatt 86/2

(72)

Erfinder: **Bonni, Günther, Neunkirchnerstrasse 87,**
D-8500 Nürnberg (DE)
 Erfinder: **Brandes, Donald, Dr. Dipl.- Ing.,**
Teckweg 13, D-7024 Filderstadt 4 (DE)
 Erfinder: **Dimmler, Willi, Dipl.- Ing.,**
Siebenbürgenerstrasse 29, D-8501
Schwarzenbruck (DE)
 Erfinder: **Feyertag, Helmut, Dipl.- Ing., Johann-**
Krieger- Strasse 6, D-8500 Nürnberg (DE)
 Erfinder: **Groher, Heinrich, Schenkendorfstrasse**
53, D-8500 Nürnberg (DE)
 Erfinder: **Janner, Leo, Sperberstrasse 154, D-8500**
Nürnberg (DE)
 Erfinder: **Kömp, August, Tannenstrasse 4, D-8501**
Winkelhaid (DE)
 Erfinder: **Müller, Walter, Dr. Dipl.- Ing.,**
Kappelbergsteig 37, D-8540 Schwabach (DE)
 Erfinder: **Süppel, Alfred, Dipl.- Ing.,**
Paumannstrasse 209, D-8500 Nürnberg (DE)

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.09.87 Patentblatt 87/36

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI SE

(56)

Entgegenhaltungen:
EP-A-0 068 158
DE-A-1 915 864
DE-A-2 139 663
FR-A-1 393 509

PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 3, Nr. 41 (E-
103), 10. April 1979, Seite 147 E103
PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 49 (E-
161)(1194), 25. Februar 1983

(74)

Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.- Ing., Postfach 22 01**
76, D-8000 München 22 (DE)

EP 0 166 951 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 einen Transformator mit einer Hochstromdurchführungsanordnung für Dreiphasendrehstrom und mit räumlich in einer Reihe angeordneten Kernschenkeln und Wicklungen.

In der chemischen und in der metallurgischen Industrie werden für die verschiedensten Zwecke elektrisch beheizte Öfen eingesetzt, die bei verhältnismäßig geringen Betriebsspannungen mit sehr hohen Stromstärken arbeiten. Da die Übertragung der für diese Öfen erforderlichen hohen Stromstärken über größere Entfernungen technisch schwierig und darüber hinaus auch unwirtschaftlich ist, werden üblicherweise in unmittelbarer Nachbarschaft der Öfen Transformatoren aufgestellt, in denen mit Hochspannung eingespeiste elektrische Energie auf das gewünschte Spannungsniveau gebracht wird.

Durch die CH-A- 409 130 ist hierzu ein Transformatoraggregat mit einer Hochstromwicklung bekannt, bei der aus je einer einzigen Windung bestehende Unterspannungswicklungen je eines Haupt- und eines Zusatztransformators in Reihe geschaltet sind. Diese beiden Unterspannungswicklungen haben zusammen die Form einer Acht.

Bei derartigen Trafos ergeben sich infolge der großen Stromstärke große erforderliche Leiterquerschnitte, die infolge der von den Strömen selbst erzeugten Magnetfelder nicht gleichmäßig mit Strom belegt sind. Um den Einfluß dieser Magnetfelder auf die Stromverteilung über die Leiterquerschnitte zu mindern oder auszuschließen, werden wie, in DE-A-32 42 438 und DE-A- 3 411 141, vorgeschlagen worden ist, triangulierte Leiterführungen eingesetzt. In diesen triangulierten Leiterführungen kompensieren sich die Wirkungen der Magnetfelder der Einzelleiter. Entsprechend triangulierte Durchführungsanordnungen in Hochstromtransformatoren setzen praktisch jedoch voraus, daß auch die zum Verbraucher, beispielsweise dem Elektrostahlofen, führende Leitung trianguliert ist. Ist dies nicht der Fall, so ergibt sich für die Übergangsstelle unerwünschterweise ein zusätzlicher Raumbedarf.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für einen Dreiphasentransformator eine Hochstromdurchführungsanordnung zu schaffen, in der eine annähernd gleichmäßige Verteilung des Stromes auf die Leiterquerschnitte unabhängig von einer Triangulierung gewährleistet ist und die ohne besondere Übergangsabschnitte mit nicht triangulierten Zuleitungen von Verbrauchern verbindbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß je Phase zwei Hochstromdurchführungen vorgesehen sind und daß alle sechs Hochstromdurchführungen

gleichmäßig auf einen Kreis verteilt sind, wobei die beiden der am Mittelschenkel liegenden Phase zugeordneten Hochstromdurchführungen sich auf dem Kreis einander gegenüberliegen und in dem von den Hochstromdurchführungen umfaßten Kreis ein Wechselfeld anstelle eines Drehfeldes erzeugen.

Nach einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Hochstromdurchführungen in einer einzigen von einer Kesselwand getragenen Platte aus elektrisch leitfähigem Werkstoff gelagert sind.

Die erfindungsgemäße Hochstromdurchführungsanordnung ist vorteilhafterweise einfach und wirtschaftlich auch für sehr hohe Stromstärken herstellbar und ist darüber hinaus auch in bestehenden Anlagen mit nicht triangulierten Leitern einsetzbar.

Ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 das Schaltbild eines Hochstromtransformators mit indirekter Spannungseinstellung über einen Zwischenkreis,

Fig. 2 die Draufsicht auf ein Hochstromtransformatoraggregat mit elektrisch im Dreieck geschalteten Unterspannungswicklungen bei abgenommenem Kesseldeckel und abgenommenen oberen Jochen,

Fig. 3 die Draufsicht auf ein Hochstromtransformatoraggregat mit elektrisch im Stern geschalteten Unterspannungswicklungen bei abgenommenem Kesseldeckel und abgenommenen oberen Jochen und

Fig. 4 die Ansicht eines Hochstromtransformators auf die die Hochstromdurchführungen tragende Seite.

Einander entsprechende Bauteile sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Kernschenkel 8 eines dreischenkliges Eisenkernes eines Haupttransformators sind konzentrisch von innen nach außen von je einer Stufenwicklung 4, je einer Oberspannungswicklung 3 und je einer Unterspannungswicklung 1 umfaßt. Räumlich parallel zu dem Eisenkern des Haupttransformators ist für einen Zusatztransformator ein ebenfalls dreischenkliges Eisenkern mit Kernschenkel 9 vorgesehen, die konzentrisch von innen nach außen je eine Oberspannungswicklung 5 und je eine Unterspannungswicklung 2 tragen. Der Haupt- und der Zusatztransformator sind dicht nebeneinanderstehend in einem gemeinsamen, üblicherweise mit einer Kühl- und Isolierflüssigkeit gefüllten, Kessel 10 mit einem Deckel 11 aufgesselt.

Die Oberspannungswicklung 3 liegt über nicht dargestellte Hochspannungsdurchführungen an einem Hochspannungsversorgungsnetz und induziert eine Spannung in der mit ihr über den Eisenkern des Haupttransformators gekoppelte Unterspannungswicklung 1 sowie in der

Stufenwicklung 4. Die Stufenwicklung 4 speist mit einer über einen Stufenschalter 6 und einen Wender 7 nach Größe und Richtung einstellbaren Spannung die Oberspannungswicklung 5 des Zusatztransformators. Die

Oberspannungswicklung 5 ihrerseits induziert in der Unterspannungswicklung 2 eine Spannung, die infolge einer Reihenschaltung der beiden Unterspannungswicklungen 1 und 2 zu der von der Oberspannungswicklung 3 in der Unterspannungswicklung 1 induzierten Spannung vektoriell addiert oder subtrahiert wird.

Die Unterspannungswicklung 1 und die Unterspannungswicklung 2 sind aus einer gleich großen Anzahl von elektrisch parallelgeschalteten Wicklungsabschnitten aus Drilleitern als Wickelleiter aufgebaut und haben im dargestellten Ausführungsbeispiel je drei Windungen. Jeder der Wickelleiter bildet in jeder der beiden Unterspannungswicklungen 1 und 2 je einen einlagig ausgeführten Wicklungsabschnitt. In gleicher axialer Höhe liegende Wicklungsabschnitte der derselben Phase zugeordneten Unterspannungswicklungen 1 und 2 sind jeweils in Reihe geschaltet, wobei die Verbindungsleiter 17 darstellende Wickelleiterstücke sich zwischen den Unterspannungswicklungen 1 und 2 kreuzen, so daß die Unterspannungswicklungen 1 und 2 einander entgegengesetzten Wickelsinn aufweisen.

Aus der beschriebenen Anordnung der Unterspannungswicklungen 1 und 2 ergibt sich für deren Querschnitt rechtwinklig zu den Wickelachsen die Form einer Acht mit je drei Windungen in jedem der beiden Wicklungsabschnitte. Die beiden jeweils in Reihe geschalteten Wicklungsabschnitte aus den Unterspannungswicklungen 1 und 2 sind zur Vermeidung von Lötstellen in einem Zug gewickelt. Hierzu ist zunächst vor dem Anfang des zuerst zu wickelnden Wicklungsabschnittes ein ausreichend langes Wickelstück für die letzte halbe Windung und eine Ausleitung des zuletzt zu wickelnden Wicklungsabschnittes auf dem zuerst benutzten Wickelkern fixiert. Danach wird auf diesen Wickelkern der zuerst zu wickelnde Wicklungsabschnitt, beim dargestellten Ausführungsbeispiel drei Windungen eines Stranges für die Unterspannungswicklung 1, fertiggewickelt.

Der Wickelkern wird nun auf der Wickelbank etwa rechtwinklig zum auflaufenden Wickelleiterstrang um den Achsabstand der Unterspannungswicklungen 1 und 2 quer zur Wickelachse verschoben und ein zweiter Wickelkern wird zentrisch zur Wickelachse der Wickelbank auf dieser befestigt. Der zweite Wickelkern steht gegenüber dem ersten in Achsrichtung vor, so daß geringfügig axial versetzt, ohne Unterbrechung des Wickelleiterstranges der zweite Wicklungsabschnitt, beim dargestellten Ausführungsbeispiel zweieinhalb Windungen der Unterspannungswicklung 2, wickelbar ist.

Nach Aufhebung des geringfügigen axialen Versatzes unter Aufrechterhaltung des Wickelzuges in dem Verbindungsleiter 17 zwischen den beiden Wicklungsabschnitten wird der Wickelleiter abgeschnitten und das Ende zu einer Ausleitung abgebogen und fixiert. Nunmehr wird das vor dem Anfang des zuerst gewickelten Wicklungsabschnittes liegende Wickelleiterstück von dem zuerst benutzten Wickelkern gelöst, unter Bildung einer halben Windung um den zweiten Wickelkern gelegt und nach dem Biegen der zweiten Ausleitung am Ende dieses Wicklungsabschnittes ebenfalls fixiert.

Die beiden so aus einem Stück gewickelten in Reihe geschalteten Wicklungsabschnitte bilden ein selbsttragendes Bauteil, das bis zum später erfolgenden Einbau in die Transformatoranordnung als selbständiges Element handhabbar ist. Beim Einbau in die Wicklungsanordnung können daher ohne Schwierigkeiten beliebig viele dieser selbständigen Elemente axial übereinander gestapelt werden. Die Zahl der Parallelzweige ist daher beliebig wählbar, so daß die Unterspannungswicklungen 1 und 2 an praktisch jeden Wicklungsstrom anpaßbar sind.

Die Parallelschaltung dieser die Wicklungsabschnitte darstellenden Elemente erfolgt über massive Leiterplatten 12, die Nuten zum Einlöten der freien Enden der Ausleitungen aufweisen und die gleichzeitig zum Verschalten der drei Phasen der Unterspannungswicklungen 1 und 2 dienen. Hierzu ist beispielsweise je Phase je eine erste Leiterplatte 12 mit Hochstromdurchführungen 13 und je Phase je eine zweite Leiterplatte 12 entweder mit einem Sternpunkt 19 (Fig. 3) oder mit der ersten Leiterplatte 12 der folgenden Phase zu einer elektrischen Dreiecksschaltung (Fig. 2) verbunden.

Je Phase sind beim Ausführungsbeispiel zwei, insgesamt also sechs, Hochstromdurchführungen 13 vorgesehen, die gleichmäßig auf den Umfang eines Kreises verteilt von einer Platte 14 getragen sind. Durch sich gegenüberliegende Anordnung der beiden den mittleren Kernschenkeln 8 und 9 zugeordneten Hochstromdurchführungen 13 sind diese nicht zyklisch angeordnet, so daß im Raum zwischen den Hochstromdurchführungen 13 anstelle eines Drehfeldes ein Wechselfeld herrscht.

Da die Unterspannungswicklungen 1 und 2 thermisch hoch beansprucht sind, sind zwischen den einzelnen Windungen, mindestens aber zwischen axial benachbarten Wicklungsabschnitten, radiale Kühlkanäle vorgesehen. Zusätzlich sind zur Vermeidung von Überlastungen der räumlich an den Enden der Unterspannungswicklungen 1 und 2 liegenden Wicklungsabschnitte durch axial unterschiedliche Verteilung des Stromes auf die Parallelzweige die Oberspannungswicklungen 3 und 5 in Achsrichtung kürzer als die jeweils zugehörige Unterspannungswicklung 1 bzw. 2 ausgeführt.

Zur weiteren Erhöhung der thermischen

Belastbarkeit tragen die Wicklungsanordnungen der einzelnen Phasen je einen sie vollständig umfassenden Preßspanmantel 20, der sich über Distanzleisten 21 auf dem Umfang je einer der Unterspannungswicklungen 1 oder 2 abstützt. Diese Preßspanmäntel 20 dienen der Führung der Kühlflüssigkeit, indem sie diese auch beim Antrieb durch eine Umwälzpumpe zwingen, durch die Wicklungen zu strömen. Infolge einer hierdurch erzwungenen höheren Strömungsgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit in den Wicklungen wird die Wärmeabfuhr aus diesen erhöht, so daß gegenüber Anordnungen mit rein thermisch durch Konvektion angetriebenen Kühlkreislauf höhere Leistungen bei gleichen Wicklungsvolumen umsetzbar sind.

Patentansprüche

1. Transformator mit einer Hochstromdurchführungsanordnung für Dreiphasendrehstrom und mit räumlich in einer Reihe angeordneten Kernschenkeln (8, 9) und Wicklungen (1, 2, 3, 4, 5), dadurch gekennzeichnet, daß je Phase zwei Hochstromdurchführungen (13) vorgesehen sind und daß alle sechs Hochstromdurchführungen (13) gleichmäßig auf einem Kreis verteilt sind, wobei die beiden Hochstromdurchführungen (13) mindestens einer Phase sich auf dem Kreis einander gegenüberliegen, so daß in dem von den Hochstromdurchführungen (13) umfaßten Kreis ein Wechselfeld anstelle eines Drehfeldes vorhanden ist.

2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei im Stern geschalteten Hochstromwicklungen (1, 2) die beiden der am Mittelschenkel liegenden Phase zugeordneten Hochstromdurchführungen (13) sich auf dem Kreis gegenüberliegen.

3. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei im Dreieck geschalteten Hochstromwicklungen (1, 2) mit je einem Wicklungsende der auf den Außenschenkeln angeordneten Hochstromwicklungen (1, 2) verbundene Hochstromdurchführungen (13) sich auf dem Kreis gegenüberliegen.

4. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochstromdurchführungen (13) in einer von einer Kesselwand (10) getragenen gemeinsamen Platte (14) aus elektrisch leitfähigem Werkstoff gelagert sind.

Claims

A transformer with a high current bushing arrangement for three-phase rotary current, comprising in a spatial series arrangement core flanks (8, 9) and windings (1, 2, 3, 4, 5) characterised in that two high current bushings

(13) are provided for each phase and that all six high current bushings (13) are uniformly distributed over a circle, where the two high current bushings (13) of at least one phase are arranged opposite one another on the circle so that an alternating field instead of a rotary field prevails in the circle defined by the high current bushings (13)

2. A transformer as claimed in Claim 1, characterised in that the high current windings (1, 2) are connected in a star formation and the two high current bushings (13) assigned to the phase located at the central flank are arranged opposite one another on the circle.

3. A transformer as claimed in Claim 1, characterised in that the high current windings (1, 2) are delta connected and high current bushings (13) are located opposite one another on the circle, each connected to one winding end of the high current windings (1, 2) arranged on the outer flanks.

4. A transformer as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that the high current bushings (13) are mounted in a common plate (14) supported by a boiler wall (10) of electrically-conductive material.

Revendications

1. Transformateur à dispositif de traversée à courant fort pour courants triphasés, avec des colonnes centrales (8, 9) et des enroulements (1, 2, 3, 4, 5) disposés spatialement suivant une rangée, caractérisé par le fait qu'il est prévu, par phase, deux traversées (13) pour courants forts et que toutes les six traversées (13) pour courants forts sont réparties uniformément sur un cercle, les deux traversées (13) pour courants forts d'au moins une phase se situant sur le cercle l'une en face de l'autre, en sorte qu'un champ alternatif à la place d'un champ tournant existe dans le cercle entourant les traversées (13) pour courants forts.

2. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans le cas d'enroulements haute tension (1, 2) montés en étoile, les deux traversées (13) pour courants forts qui sont associées à la phase montée sur la colonne médiane, se situent l'une en face de l'autre sur le cercle.

3. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans le cas d'enroulements (1, 2) pour courants forts, les traversées (13) pour courants forts, dont chacune est reliée à une extrémité d'enroulement des enroulements pour courants forts disposés sur les branches extérieures, se situent l'une en face de l'autre.

4. Transformateur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les traversées (13) pour courants forts sont montées dans une plaque commune (14), portée par une paroi de cuve (10), et faite avec un matériau électriquement conducteur.

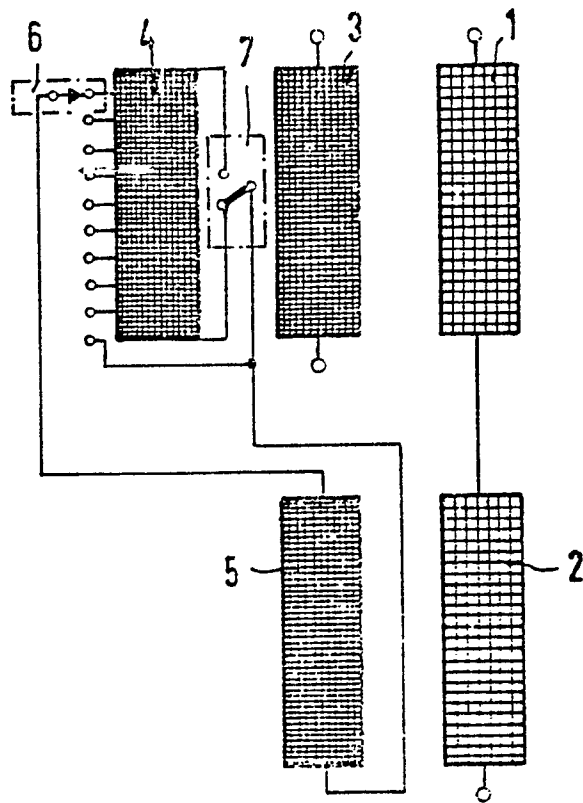


FIG 1

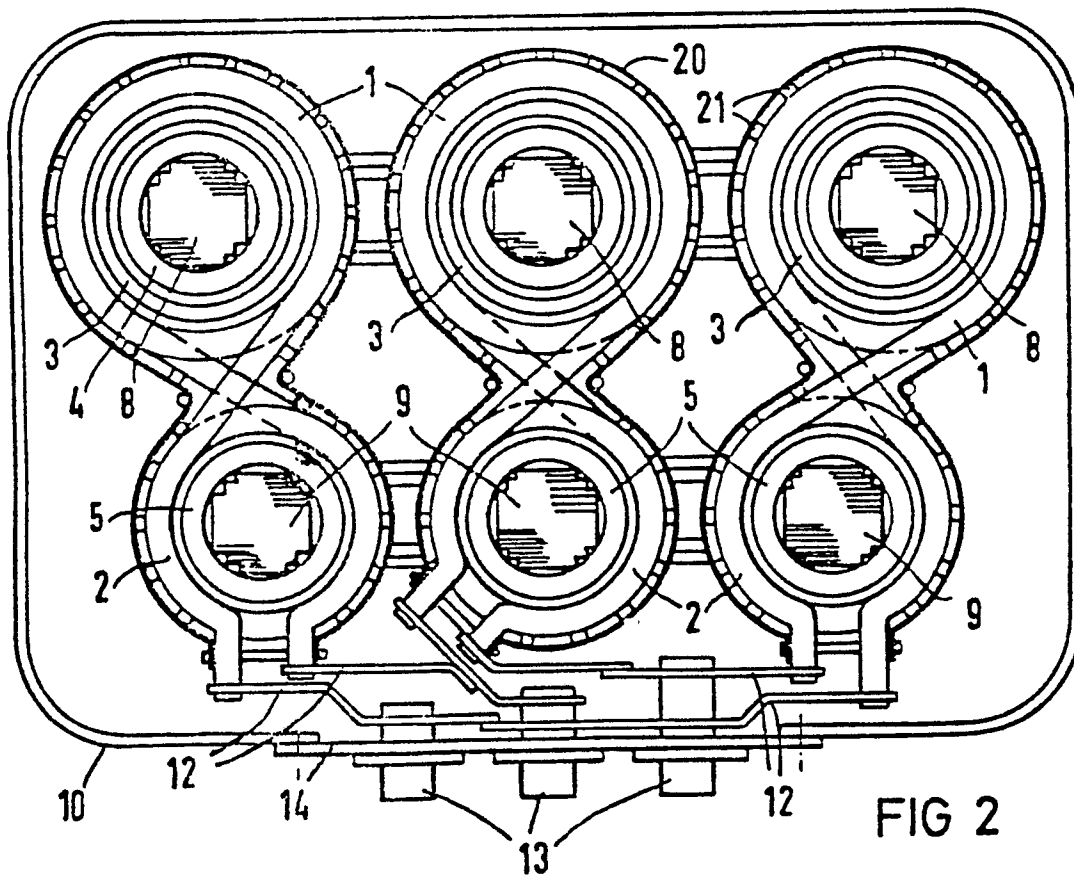


FIG 2

