



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 166 952**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
02.09.87

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 F 27/28, H 01 F 33/00**

②① Anmeldenummer: **85106456.8**

②② Anmeldetag: **24.06.85**

⑤④ **Hochstromtransformator mit indirekter Spannungseinstellung über einen Zwischenkreis.**

③⑩ Priorität: **07.06.84 DE 3421277**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.01.86 Patentblatt 86/2

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.09.87 Patentblatt 87/36

④④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
CH-A-328 157
DE-A-2 736 092
DE-B-1 196 924
FR-A-1 028 950

SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Derwent,
Woche D42, veröffentlicht 25. November 1981,
London, GB
TECHNIQUES CEM, Nr. 115, November 1982, Seiten
34-40, Paris, FR; R. DIDES et al.: "Quelques
réalisations spectaculaires en transformateur"
PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 4, Nr. 109
(E-20)(591), 6. August 1980, Seite 95 E 20

⑦③ Patentinhaber: **TRANSFORMATOREN UNION**
AKTIENGESELLSCHAFT, Katzwanger Strasse 150,
D-8500 Nürnberg 40 (DE)

⑦② Erfinder: **Bonni, Günther**, Neunkirchenerstrasse 87,
D-8500 Nürnberg (DE)
Erfinder: **Brandes, Donald, Dr.**, Dipl.- Ing. (FH),
Teckweg 13, D-7024 Filderstadt 4 (DE)
Erfinder: **Dimmler, Willi**, Dipl.- Ing. (FH),
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. (FH),
Paumannstrasse 209, D-8500 Nürnberg (DE)

⑦④ Vertreter: **Mehl, Ernst**, Dipl.- Ing., Postfach 22 01
76, D-8000 München 22 (DE)

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).

EP 0 166 952 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Hochstromtransformator mit indirekter Spannungseinstellung über einen Zwischenkreis, bestehend aus je einem in einem gemeinsamen Kessel angeordneten Haupt- und Zusatztransformator, deren jeweils aus einer Vielzahl von parallelgeschalteten Wickelleitern aufgebaute, im Querschnitt rechtwinklig zu den Wickelachsen gemeinsam die Form einer 8 aufweisenden Unterspannungswicklungen miteinander elektrisch in Reihe geschaltet sind und infolge sich kreuzender Verbindungsleiter einander entgegengesetzten Wickelsinn aufweisen.

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 8, in der sich der Leiter in der Mitte jedoch nicht kreuzt, so daß der Strom in gleicher Richtung durch beide Wicklungen fließt.

Aus der "Techniques CEM", Nr 115, November 1982, s. 134-140, Paris, FR. R. Dides et al.,: "Quleques réalisations spectaculaires en transformateur" (insbesondere Fig.9) sind sich kreuzende Leiter einer 8-förmigen Schleife einer Unterspannung-Wicklung bekannt.

Durch die DE-A-21 36 211 ist es darüber hinaus nur eine derartige Hochstromanlage auch schon bekannt, die Unterspannungswicklungen aus zu Doppelspulen zusammengefaßten Scheibenspulen aufzubauen. Dabei muß jedoch unvermeidbar zur Reihenschaltung einander zugeordneter Doppelspulen mindestens eine Lötverbindung hergestellt werden. Dies ist unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen bei Wicklungen aus Massivleitern zwar möglich, aber sehr aufwendig. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich bei der Verwendung von Drilleitern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für einen Hochstromtransformator für dessen Hochstromseite eine Wicklungsart und Verbindungsmöglichkeit zu schaffen, die sowohl eine gute technische als auch eine gute wirtschaftliche Ausnutzung des eingesetzten

Werkstoffes, insbesondere des Wickelleiterwerkstoffes gewährleistet, und die praktisch ohne Einschränkung für jede geforderte Stromstärke und Windungszahl der Unterspannungswicklung einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für einen Hochstromtransformator der eingangs genannten Art durch eine Merkmalskombination gelöst, wonach beide Unterspannungswicklungen jeweils als einlagige Lagenwicklung aus einem Drilleiter als Wickelleiter ausgeführt sind, wonach je parallelgeschalteten Wickelleiter je Unterspannungswicklung einer von axial übereinandergestapelten Wicklungsabschnitten vorgesehen ist,

wonach einander entsprechende Wicklungsabschnitte aus beiden Unterspannungswicklungen in einem Zug gewickelt sind, indem vor dem Anfang des zuerst zu wickelnden Wicklungsabschnittes zunächst ein ausreichend langes Wickelleiterstück für die letzte halbe Windung und eine Ausleitung des zuletzt zu wickelnden Wicklungsabschnittes auf dem zuerst benutzten Wickelkern fixiert ist, wonach jeder Wickelleiter in jedem der Wicklungsabschnitte mindestens zwei Windungen aufweist und

wonach die Unterspannungswicklungen länger sind als die jeweils zugehörige Oberspannungswicklung, so daß die Stromverteilung in den untereinander parallelgeschalteten Wicklungsabschnitten nahezu gleich ist.

Nach vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens zwischen den sich gegenüberliegenden Windungen von einander benachbarten Wicklungsabschnitten radiale Kühlkanäle vorgesehen sind und daß innerhalb der Wicklungsabschnitte der Übergang von Windung zu Windung über je eine Kröpfung erfolgt, und daß in Achsrichtung aufeinanderfolgende Wicklungsabschnitte einander entgegengesetzten Wickelsinn haben.

Nach zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind die Wicklungsabschnitte durch Einlöten der Ausleitungen in Nuten von massiven Leiterplatten elektrisch parallelgeschaltet, wobei je Phase eine dieser Leiterplatten mit Hochstromdurchführungen in einer Kesselwand verbunden ist und wobei die anderen Leiterplatten entweder zu einem Sternpunkt für die Unterspannungswicklungen der drei Phasen zusammengeschlossen sind oder zyklisch mit den erstgenannten Leiterplatten zu einer elektrischen Dreiecksschaltung verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist sehr vorteilhaft, denn sie erlaubt eine sehr gute Ausnutzung des gesamten eingesetzten Wickelleiterwerkstoffes bei einer gleichzeitig sehr kompakten Ausführung der Wicklung als solcher. Durch diese sehr gute Werkstoffausnutzung lassen sich in dem aus Transportgründen begrenzten Kesselprofil Hochstromwicklungen ausführen, die in einer Drehstromeinheit

Leistungen von mehr als 100 MVA im Dauerbetrieb umsetzen können.

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 bei abgenommenem Kesseldeckel und abgenommenen oberen Jochen,

Fig. 3 einen Querschnitt durch die Unterspannungswicklungen entlang der Schnittlinien III-III, in den Fig. 4 und 5 und

Fig. 4 und 5 achsparallele Schnitte durch die Unterspannungswicklung entlang der Schnittlinien IV-IV bzw. V-V.

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

Kernschenkel 8 eines dreischenklig 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 dreischenklig 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 aufgestellt.

Die Oberspannungswicklung 3 liegt über nicht dargestellte Hochspannungsdurchführungen an einem Hochspannungsversorgungsnetz und induziert eine Spannung in der mit ihr über den Eisenkern des Haupttransformators gekoppelten 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 ihrer seits 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 Wickelleitern 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 darstellenden Wickelleiterstücke sich zwischen den Unterspannungswicklungen 1 und 2 kreuzen, so daß die Unterspannungswicklungen 1 und 2 einander entgegengesetzten Wicksinn aufweisen.

Aus der beschriebenen Anordnung der Unterspannungswicklungen 1 und 2 ergibt sich für deren Querschnitt rechtwinklig zu den Wickelachsen die Form einer 8 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 Wickelleiterstück 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 den Verbindungsleitern 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 Anbiegen der zweiten Ausleitung an das 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 beliebigen 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 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 oder mit der zyklisch folgenden Leiterplatte 12 der nächsten Phase zu einer elektrischen Dreiecksschaltung verbunden.

Da die Unterspannungswicklungen 1 und 2 thermisch hoch beansprucht sind, sind zwischen den einzelnen Windungen, mindestens aber zwischen axial benachbarten Wicklungsabschnitten, radiale Kühlkanäle 15 vorgesehen. Zusätzlich sind zur Vermeidung von Überlastungen der räumlich an den Enden der Unterspannungswicklungen 1 und 2 liegenden Wicklungsabschnitte durch axial unterschiedliche Stromverteilung 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 angetriebenem Kühlkreislauf höhere Leistungen bei gleichem Wicklungsvolumen umsetzbar sind.

Um eine einfache und sichere Einspannung der zu den Unterspannungswicklungen 1 und 2 aufeinander gestapelten Wicklungsabschnitte zwischen ebenen rechtwinklig zur Wickelachse angeordneten Druckringen 19 zu erreichen, sind die einzelnen Windungen steigungslos gewickelt und durch Kröpfungen 16 in den Zwickeln zwischen den Verbindungsleitungen 17 miteinander verbunden. Zur weitgehenden gegenseitigen Kompensation der durch Pfeile 18 angedeuteten Kurzschlußkräfte sind einander axial benachbarte Wicklungsabschnitte außerdem mit entgegengesetztem Wickelsinn ausgeführt.

Der erfindungsgemäße Wicklungsaufbau ist für alle mit sehr großen Strömen belasteten Transformator- und Drosselspulenwicklungen mit zwei und mehr Windungen geeignet.

Patentansprüche

1. Hochstromtransformator mit indirekter Spannungseinstellung über einen Zwischenkreis, bestehend aus je einem in einem gemeinsamen Kessel (10) angeordneten Haupt-(8) und Zusatztransformator (9), deren jeweils aus einer Vielzahl von parallelgeschalteten Wickelleitern aufgebaute, im Querschnitt rechtwinklig zu den Wickelachsen gemeinsam die Form einer 8 aufweisenden Unterspannungswicklungen (1, 2) miteinander elektrisch in Reihe geschaltet sind und infolge sich kreuzender Verbindungsleiter (17) einander entgegengesetzten Wickelsinn aufweisen,

gekennzeichnet durch die Kombination der Merkmale,

- daß beide Unterspannungswicklungen (1, 2) jeweils als einlagige Lagenwicklung aus einem Drilleiter als Wickelleiter ausgeführt sind,

- daß je parallelgeschalteten Wickelleiter je Unterspannungswicklung (1, 2) einer von axial übereinandergestapelten Wicklungsabschnitten vorgesehen ist,

- daß einander entsprechende Wicklungsabschnitte aus beiden Unterspannungswicklungen (1, 2) in einem Zug gewickelt sind, indem vor dem Anfang des zuerst zu wickelnden Wicklungsabschnittes zunächst ein ausreichend langes Wickelleiterstück für die letzte halbe Windung und eine Ausleitung des zuletzt zu wickelnden Wicklungsabschnittes auf dem zuerst benutzten Wickelkern fixiert ist,

- daß jeder Wickelleiter in jedem Wicklungsabschnitt mindestens zwei Windungen aufweist und

- daß die Unterspannungswicklungen (1, 2) in Achsrichtung länger sind als die jeweils zugehörige Oberspannungswicklung (3, 5), so daß die Stromverteilung in den untereinander parallelgeschalteten Wicklungsabschnitten nahezu gleich ist.

2. Hochstromtransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwischen den sich

gegenüberliegenden Windungen von einander axial benachbarten Wicklungsabschnitten radiale Kühlkanäle (15) vorgesehen sind.

3. Hochstromtransformator nach Anspruch 1 und 2,

dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Wicklungsabschnitte der Übergang von Windung zu Windung über je eine Kröpfung (16) erfolgt, so daß die steigungslos gewickelten Windungen Wickelzylinder mit rechtwinklig zur Wickelachse liegenden Stirnflächen bilden.

4. Hochstromtransformator nach Anspruch 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß in Achsrichtung aufeinanderfolgende Wicklungsabschnitte einander entgegengesetzten Wickelsinn haben.

5. Hochstromtransformator nach Anspruch 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Wicklungsabschnitte durch Einlöten der Ausleitungen in Nuten von massiven Leiterplatten (12) elektrisch parallelgeschaltet sind.

6. Hochstromtransformator nach Anspruch 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,
daß je Phase eine der Leiterplatten (12) mit Hochstromdurchführungen (13) in einer von einer Kesselwand (10) getragenen Platte (14) verbunden ist und daß die anderen Leiterplatten (12) entweder zu einem Sternpunkt für die Unterspannungswicklungen (1, 2) der drei Phasen zusammengeschlossen sind oder zyklisch mit den erstgenannten Leiterplatten (12) zu einer elektrischen Dreiecksschaltung verbunden sind.

7. Hochstromtransformator nach Anspruch 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,
daß ein Preßspanmantel (20) die Wicklungsanordnungen jeder der Phasen vollständig umfaßt und einen radialen Austritt von Kühlflüssigkeit aus der Wicklungsanordnung in den freien Kesselraum verhindert, wobei sich der Preßspanmantel (20) unter Bildung von axialen Kühlkanälen auf dem Umfang der Unterspannungswicklungen (1, 2) liegenden achsparallelen Distanzleisten (21) abstützt.

Claims

1. A high current transformer with indirect voltage adjustment via an intermediate circuit, consisting of a main transformer (8) and an additional transformer (9) arranged in a common boiler (10), whose low-voltage windings (1, 2) each consist of a plurality of parallel-connected winding conductors that in common form a 8 in cross-section at right angles to the winding axes, and are electrically connected to one another in series with the connection conductors (17) intersecting so that they are wound in opposing winding directions, characterised by the combination of the following features:

- the two low-voltage windings (1, 2) each consist of a single-layer winding composed of a twisted conductor;

- one of a number of winding sections, stacked axially one-above-another, is provided for each parallel-connected winding conductor of each low-voltage winding (1, 2);

- that mutually-corresponding winding sections of the two low-voltage windings (1, 2) are wound at one stretch in that before the start of the first winding section to be wound, a length of winding conductor sufficiently long for the last half winding and a lead of the last winding section to be wound is fixed to the first used winding core;

- that each winding conductor comprises at least two turns in each winding section; and

- that in the axial direction the low-voltage windings (1, 2) are longer than the respective

assigned high-voltage winding (3, 5), so that the current distribution is virtually equal in the winding sections connected in parallel to one another.

2. A high current transformer as claimed in Claim 1, characterised in that radial cooling channels (15) are arranged at least between mutually-opposing turns of winding sections adjacent to one another in the axial direction.

3. A high current transformer as claimed in Claim 1 and 2, characterised in that the transition from turn-to-turn within the winding sections takes place via an offsetting (16) so that the turns, wound without pitch, form winding cylinders whose end faces are at right angles to the winding axis.

4. A high current transformer as claimed in Claim 1 to 3, characterised in that winding sections consecutive in the axial direction are wound in mutually-opposing directions.

5. A high current transformer as claimed in Claim 1 to 4, characterised in that the winding sections are electrically connected in parallel by leads soldered into grooves in strong circuit boards (12).

6. A high current transformer as claimed in Claim 1 to 5, characterised in that in respect of each phase, one of the circuit boards (12) is connected to high current ducts (13) in a plate (14) supported by a boiler wall (10), and that the other circuit boards (12) are either interconnected to form a star point for the low voltage windings (1, 2) of the three phases or are cyclically-connected to the first-mentioned circuit boards (12) to form an electrical delta circuit configuration.

7. A high current transformer as claimed in Claim 1 to 6, characterised in that a pressboard casing (20) entirely encases the winding arrangements of each of the phases and prevents cooling fluid from radially escaping from the winding arrangement into the free boiler chamber, where the pressboard casing (20) rests on axially-parallel spacing strips (21) arranged on the periphery of the low-voltage windings (1, 2) to form axial cooling channels.

Revendications

1. Transformateur à forte intensité avec réglage indirect de la tension par un circuit intermédiaire, comprenant un transformateur principal (8) et un transformateur auxiliaire (9), disposés dans une cuve (10) commune, dont les bobinages basse tension (1, 2), constitués chacun d'un grand nombre de conducteurs d'enroulement montés en parallèle, et présentant ensemble la forme d'un 8 en section, perpendiculairement aux axes d'enroulement, sont électriquement montés en série entre eux et, par suite du croisement de leurs conducteurs de liaison (17), présentent des sens d'enroulement mutuellement opposés, caractérisé par la combinaison des mesures

suivantes:

- les deux bobinages basse tension (1, 2) sont réalisés chacun comme un bobinage à couches séparées individuellement, d'un conducteur torsadé en tant que conducteur d'enroulement;

- pour chacun des conducteurs d'enroulement montés en parallèle de chaque bobinage basse tension (1, 2), on a prévu un segment de bobinage qui est empilé axialement avec d'autres segments de bobinage;

- des segments de bobinage mutuellement correspondants des deux bobinages basse tension (1, 2) sont enroulés d'un seul tenant, ce qui est possible du fait que, avant le début du segment de bobinage à enrouler en premier, on fixe d'abord, sur le mandrin d'enroulement à utiliser en premier, un tronçon de conducteur d'enroulement suffisamment long pour la dernière demi-spire et une sortie du segment de bobinage à enrouler en dernier;

- chaque conducteur d'enroulement dans chaque segment de bobinage forme au moins deux spires; et

- les bobinages basse tension (1, 2) sont plus longs, dans le sens axial, que le bobinage haute tension (3, 5) correspondant, de sorte que la distribution du courant dans les segments de bobinage montés en parallèle entre eux est à peu près uniforme.

2. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que des canaux de refroidissement radiaux (15) sont prévus au moins entre les spires qui se font face de segments de bobinage axialement voisins.

3. Transformateur selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, dans les segments de bobinage, le passage d'une spire à l'autre se fait chaque fois par un double coude (16), de sorte que les spires, enroulées sans pas de vis, forment des cylindres d'enroulement possédant des faces perpendiculaires à l'axe d'enroulement.

4. Transformateur selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les segments de bobinage qui se suivent en direction axiale ont des sens d'enroulement opposés.

5. Transformateur selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les segments de bobinage sont électriquement montés en parallèle par soudage des sorties dans des encoches de plaques conductrices massives (12).

6. Transformateur selon les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour chaque phase, une des plaques conductrices (12) est reliée à des traversées pour courants forts (13) dans une plaque (14) portée par une paroi de cuve (10) et que les autres plaques conductrices (12) sont reliées, soit à un point neutre pour les bobinages basse tension (1, 2) des trois phases, soit, cycliquement, aux plaques conductrices (12) mentionnées en premier, en un couplage électrique en triangle.

7. Transformateur selon les revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une enveloppe de presspahn (20) entoure complètement les enroulements de chacune des phases et

empêche la sortie radiale de liquide de refroidissement depuis l'enroulement dans l'espace libre de la cuve, l'enveloppe de presspahn (20) s'appuyant, avec formation de canaux de refroidissement axiaux, sur des barrettes d'entretoisement (21) orientées parallèlement à l'axe et disposées sur le pourtour des bobinages basse tension (1, 2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

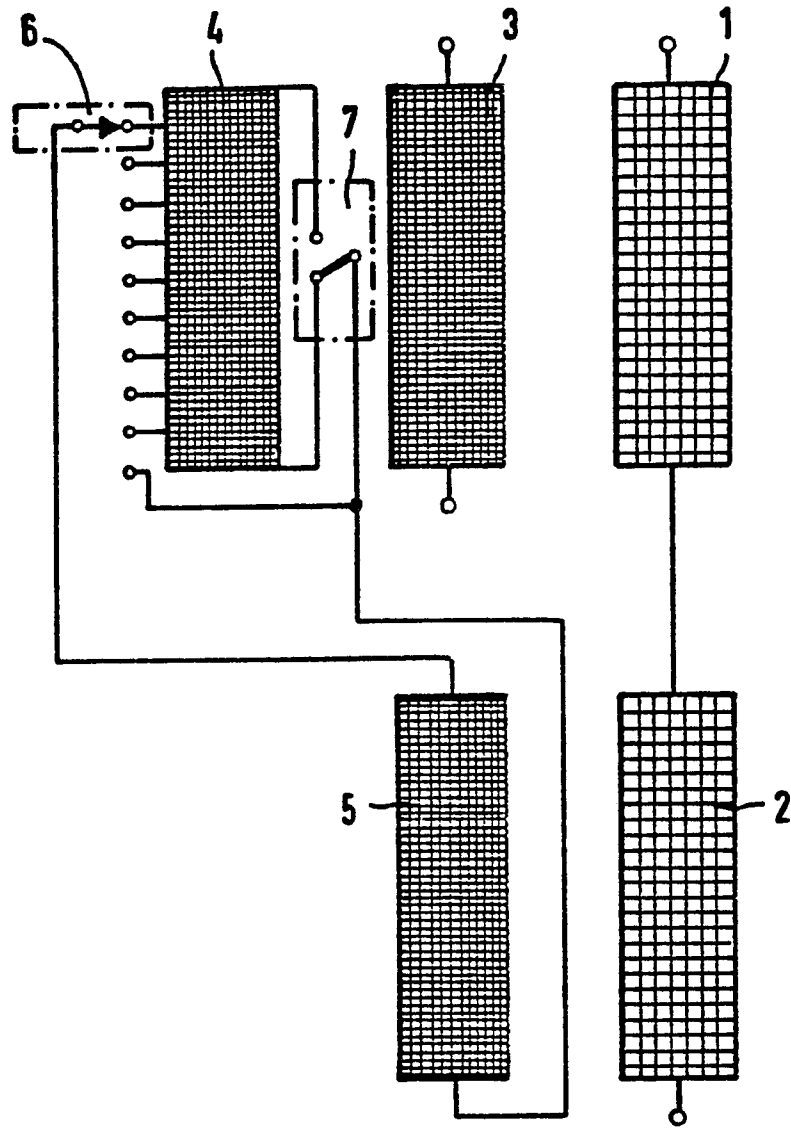


FIG 1

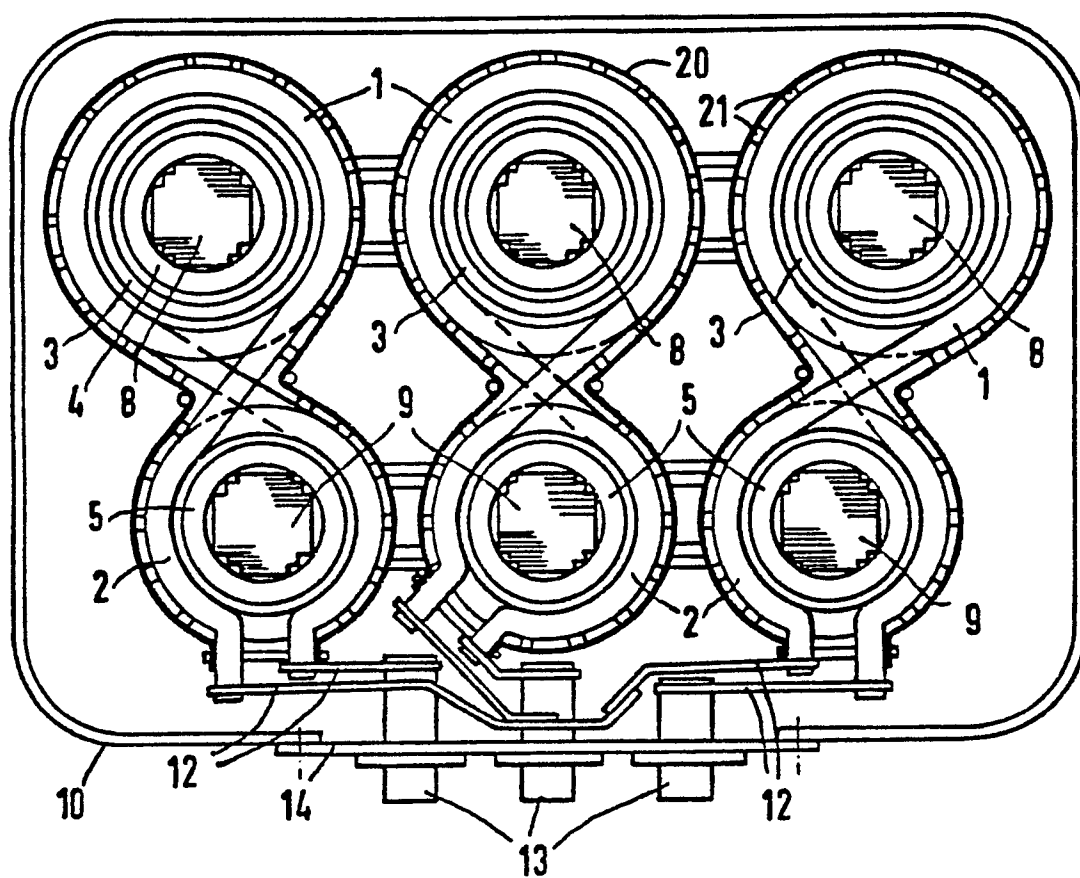


FIG 2

