

①②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
18.03.87

②① Anmeldenummer: **83111096.0**

②② Anmeldetag: **07.11.83**

⑤① Int. Cl. 4: **H 01 B 5/00, H 01 F 27/04,**
H 01 F 27/28, F 27 D 11/08,
C 25 B 9/04

⑤④ **Hochstromleitung für Drehstrom.**

③① Priorität: **16.11.82 DE 3242438**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.84 Patentblatt 84/21

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.87 Patentblatt 87/12

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB IT NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
AT-B-148 848
DE-B-2 501 510
US-A-3 125 622
US-A-4 174 509

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

⑦② Erfinder: **Henrici, Peter, Königsbergerstrasse 17,**
D-8520 Erlangen (DE)

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

EP 0 109 024 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 Anordnung zur Übertragung von großen elektrischen Leistungen mit sehr großen Strömen bei kleinen Spannungsunterschieden von einem Transformator zu einem benachbarten Großverbraucher, beispielsweise einem Stahlschmelzofen oder einem elektrolytischen Bad, über eine Drehstromleitung mit im Querschnitt im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr breiten Leitern.

Die Leitungen für derartige Anwendungsfälle sind, wie sich beispielsweise auch aus den Anschlüssen eines Ofentransformators auf Seite 2 des von der Transformatoren Union AG herausgegebenen Trafo-Brief 29 vom April 1978 ergibt, üblicherweise so gestaltet, daß die einzelnen Leiter in etwa die Längskanten einer dreiseitigen Säule bilden. Dabei bildet sich außerhalb der von Platten oder Rohren dargestellten Leiter ein sich drehendes Streufeld. Es sind daher die gesamte Leitung umschließende metallische oder elektrisch leitenden Hüllen zu vermeiden, weil jede derartige Hülle wie ein außen angebrachter festgestellter Kurzschlußläufer zu betrachten ist, der ständig den Anlaufstrom aufnimmt.

Im Hinblick auf die im allgemeinen große umzusetzende Leistung sind die zur Versorgung von Stahlschmelzöfen und ähnlichem vorgesehenen Transformatoren mit einer Ölkühlung ausgerüstet. Der Aktivteil dieser Transformatoren ist daher in einem mit Öl gefüllten Kessel aufgestellt, durch dessen Seitenwand die Wicklungsausleitungen hindurchgeführt sein müssen. Auch im Bereich dieser Durchführungen haben die Leiter eine im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr große Breite. Da die Breitseiten der Leiter aufgrund der parallelen Wickelachsen selber auch parallel zueinander sind und gleichzeitig die Flächenschwerpunkte der Leiterquerschnittsflächen die Ecken eines annähernd gleichseitigen Dreiecks bilden, stehen sich im Bereich der Durchführung praktisch die Stirnseiten der Leiter gegenüber. Dadurch ist eine sehr ungleichmäßige Verteilung des Stromes auf den vorhandenen Leiterquerschnitt erzwungen, so daß für diese Leitungsführung schon bei verhältnismäßig kleinen Leistungen erhebliche thermische Probleme auftreten. Dabei kommt es insbesondere im Bereich der Durchführungen an den sich gegenüberstehenden Stirnseiten der Leiter zu örtlich eng begrenzten kräftigen Erwärmung infolge sehr hoher Stromdichte.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung mit einer Hochstromleitung zur Übertragung sehr kräftiger Ströme von einem Großtransformator zu einem benachbarten elektrischen Großverbraucher zu schaffen und dabei alle Querschnittsteile der eingesetzten Leiter annähernd gleich mit Strom zu belasten, indem die Leitungsinduktivität klein gehalten ist.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch

gelöst, daß sich alle Leiter der Drehstromleitung von den Wicklungen im Transformator zu dem Verbraucher im Bereich der Wicklungsausleitung ebenso wie im Bereich der Durchführung durch die Kesselwand und ebenso wie in einem sich hieran anschließenden Leiterabschnitt jeweils mit ihren breiten Seiten gegenüberliegen, wobei einander benachbarte der Leiter sich gegenseitig über ihre volle Breite überdecken und daß die Breite dieser Leiter annähernd gleich der Wicklungshöhe im Transformator ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Leitung speisende Unterspannungswicklungen im Dreieck geschaltet, indem jeweils die dem Mittelschenkel näher liegende Wicklungsausleitung einer Unterspannungswicklung auf einem Endschenkel mit der ihr zugekehrten Ausleitung der Wicklung auf dem Mittelschenkel verbunden ist und indem die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen der Wicklungen auf den Endschenkeln je für sich durch die Kesselwand hinausgeführt sind und erst kurz vor oder direkt über die Laststrecke des Verbrauchers galvanisch miteinander verbunden sind und dabei den dritten Dreieckspunkt in der Dreiecksschaltung bilden. Dabei liegt zweckmäßigerweise das Verhältnis der Breite der Leiter zu ihrer Dicke zwischen 50 und 150, vorzugsweise bei 100, und ist der Abstand der Leiter voneinander größer als deren Dicke.

Eine erfindungsgemäß gestaltete Hochstromleitung ist sehr vorteilhaft, weil außerhalb des von ihren Leitern umschlossenen Raumes praktisch keine von ihr erzeugte magnetische Spannung vorhanden ist. Dabei ist die magnetische Spannung in den drei Zwischenräumen zwischen den Leitern symmetrisch. Da der Fluß zwischen Flachleitern, die sich mit der großen Querschnittsbreite gegenüberstehen, infolge sich leicht ausbildender Wirbelströme sehr gut geführt wird, gibt es praktisch keine Streuung außerhalb der Leiter.

Darüber hinaus kann auch kein Drehfeld entstehen, weil um 120° auf einem Kreis gegeneinander versetzte Leiter fehlen. Demzufolge sind Schwierigkeiten durch vagabundierende magnetische Flüsse bei der Durchführung des erfindungsgemäß gestalteten Leiterbündels durch die Kesselwand bis zu beliebig großen Strömen ausgeschlossen. Aufgrund der symmetrischen magnetischen Flüsse entstehen auch symmetrische Spannungsabfälle, so daß der induktive Spannungsabfall in den Einzelleitern absolut gleich groß ist. Die ohmschen Spannungsabfälle in den Leitern erfolgen in der Phasenlage der Ströme und unterstützen deren weitgehende Symmetrie.

Der induktive Spannungsabfall in der erfindungsgemäßen Leitungsführung ist darüber hinaus auch extrem klein, weil die Breite der Leiter sehr viel größer ist als deren Stärke und gleichzeitig der Abstand der Leiter voneinander

zwar größer als die Dicke der Leiter, absolut betrachtet jedoch sehr klein ist. Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Hochstromleitung insofern, als die Leitung weniger treibende Spannung erfordert, so daß bei vorgegebener Verbraucherleistung eine kleinere Nennleistung für den Transformator als bei herkömmlichen Anordnungen ausreichend ist.

Im Hinblick auf ein fehlendes äußeres Magnetfeld sind nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die beiden außen liegenden Leiter oben und unten mit einem im Querschnitt sichelförmigen Verschlußstreifen zu einem die beiden anderen Leiter umfassenden Rohr miteinander verbunden, das von einem Kühlmittel durchströmt ist.

Nach anderen zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung ist jeder einzelne der Leiter aus einer Mehrzahl von elektrisch und räumlich parallelliegenden, kühlmitteldurchströmten Rohren zusammengesetzt und ist die Spannung zwischen je zwei räumlich benachbarten Leitern je für sich einstellbar.

Die Hochstromleitung mündet gemäß einer weiteren zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung in ein Überleitungsstück, in dem die vier Leiter in eine im Querschnitt aus drei V-förmigen Leitern zu einem dreistrahligem Stern zusammengesetzten Leiterabschnitt geführt sind, wobei die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen der Wicklungen auf den Endschenkeln mit demselben V-förmigen Leiter verbunden sind. Jeder dieser V-förmigen Leiter endet zweckmäßigerweise in einer dreieckigen Platte, die über ein flexibles Leiterbündel oder über eine Reihenschaltung aus einem Rohr und einem flexiblen Leiterbündel mit einem Anschlußpol des Verbrauchers verbunden ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Querschnitt entlang einer horizontalen Ebene durch einen Ofentransformator.

Fig. 2 zeigt den Querschnitt durch eine erfindungsgemäß gestaltete Hochstromleitung.

Fig. 3, 4 und 5 sind Draufsicht, Schnitt und Seitenansicht eines Überleitungsstückes der Hochstromleitung.

Ein Eisenkern trägt mit seinem Mittelschenkel 1 und Endschenkeln 2 und 3 radial innenliegende Oberspannungswicklungen 4 und radial darüber angeordnete Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7. Die Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 bestehen aus je einer Windung und sind aus einer Blechtafel gebogen, deren Breite gleich der Wicklungslänge zwischen einem unteren Joch 8 und einem nicht dargestellten oberen Joch ist. Die Joche 8 verbinden die Enden der Endschenkel 2 und 3 miteinander und mit den Enden des Mittelschenkels 1.

Der Eisenkern ist zusammen mit den Oberspannungswicklungen 4 und den Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 in einem mit Öl gefüllten Kessel mit Kesselseitenwänden 9

aufgestellt. Wicklungsausleitungen 10, 11, 12, 13, 14 und 15 sind aus Verlängerungen des Wickelleiters der jeweiligen

Unterspannungswicklung 5, 6 bzw. 7 gebogen und daher ebenso breit wie die Wicklung 5, 6 bzw. 7 in Richtung ihrer Wickelachse lang ist. Die Wicklungsausleitungen 10 bis 15 sind über eine Mehrfachdurchführung 16 durch die Kesselseitenwand 9 aus dem Kessel herausgeführt. Dabei sind zur Bildung einer Dreiecksschaltung der Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 die Wicklungsausleitungen 11 und 12 bzw. 13 und 14 jeweils miteinander verbunden und über einen gemeinsamen dickeren Leiter 17 bzw. 18 weitergeführt.

Außerhalb des Kessels verlaufen die Leiter 17 und 18 sowie die Verlängerungen der Wicklungsausleitungen 10 und 15 räumlich parallel und decken sich dabei gegenseitig über ihre volle Breite ab. Zur Fixierung dieser Lage sind die Leiter 17 und 18 sowie die Wicklungsausleitungen 10 und 15 durch nicht dargestellte Hilfsmittel auf Distanzklötze 20 aus Isolierstoff gepreßt.

Die Verlängerungen der Wicklungsausleitungen 10 und 15 sind außerhalb des Kessels durch sichelförmige Verschlußstreifen 21 zu einem Rohr 19 ergänzt, das die Spannung des dritten Eckpunktes der Dreiecksschaltung führt. Das Rohr 19 dient gleichzeitig zur Führung einer Kühlflüssigkeit und ermöglicht durch den Aufbau einer Leitungskühlung eine weitere Erhöhung der Betriebssicherheit der Hochstromleitung. Bei entsprechender Anordnung der Anschlußklemmen an dem zu versorgenden Verbraucher ist das Rohr 19 zusammen mit den Leitern 17 und 18 bis unmittelbar an diesen herangeführt.

Häufig bilden jedoch die Anschlußeinrichtungen des Verbrauchers mit den Schwerpunkten ihrer Anschlußklemmen ein etwa gleichseitiges Dreieck, so daß eine Überleitung der erfindungsgemäßen Leitung in eine triangulierte Leitung erforderlich ist. Zu diesem Zweck dient ein Überleitungsstück gemäß den Figuren 3, 4 und 5. Durch dieses Überleitungsstück werden die Leiter 17 und 18 sowie das Rohr 19 mit im Querschnitt V-förmigen Leitern 22, 23 und 24 verbunden, indem die flachen Leiter 17 und 18 und das wieder in zwei flache Bänder aufgelöste Rohr 19 je zur Hälfte um 120° gedreht werden. Die dabei gebildeten drei im Querschnitt V-förmigen Leiter 22, 23 und 24 sind zu einem dreistrahligem Stern zusammengesetzt.

Zwischen den sich gegenüberliegenden Schenkeln der Leiter 22, 23 und 24 herrscht ein pulsierender Fluß, während außerhalb des Leitersterns und um denselben herum ein sich drehendes Streufeld erzeugt wird. Die zu dem Leiterstern zusammengeführten Leiter 22, 23 und 24 ermöglichen jedoch einen problemlosen Anschluß über flexible Zwischenleiter an hierfür

vorgesehene Verbraucher. Dabei sind zum Anschluß der freien Enden der Leiter 22, 23 und 24 an flexible Zwischenleiter zweckmäßig quer zur Längsachse der Hochstromleitung auf den im Querschnitt V-förmigen Leitern 22, 23 und 24 angebrachte Platten vorgesehen.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Übertragung von großen elektrischen Leistungen mit sehr großen Strömen bei kleinen Spannungsunterschieden von einem Transformator zu einem benachbarten Großverbraucher, beispielsweise einem Stahlschmelzofen oder einem elektrolytischen Bad, über eine Drehstromleitung mit im Querschnitt im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr breiten Leitern, dadurch gekennzeichnet,

- daß sich alle Leiter (10, 15, 17, 18) der Drehstromleitung von den Wicklungen (5, 6, 7) im Transformator zu dem Verbraucher im Bereich der Wicklungsausleitung (10 bis 15) ebenso wie im Bereich einer Durchführung (16) durch eine Kesselwand (9) und ebenso wie in einem sich hieran anschließenden Leiterabschnitt jeweils mit ihren breiten Seiten gegenüberliegen, wobei einander benachbarte der Leiter (10, 15, 17, 18) sich gegenseitig über ihre volle Breite überdecken und

daß die Breite dieser Leiter (10, 17, 18, 15) annähernd gleich der Wicklungshöhe im Transformator ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der an die Durchführung (16) durch die Kesselwand (9) anschließende Leiterabschnitt mit sich über ihre volle Breite überdeckenden Leitern (17, 18, 19) bis unmittelbar an den Verbraucher erstreckt.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung speisende Unterspannungswicklungen (5, 6, 7) elektrisch im Dreieck geschaltet sind,

- indem jeweils die dem Mittelschenkel (1) näher liegende Wicklungsausleitung (11 bzw. 14) einer Unterspannungswicklung (5 bzw. 7) auf einem Endschenkel (2 bzw. 3) mit der ihr zugekehrten Ausleitung (12 bzw. 13) der Unterspannungswicklung (6) auf dem Mittelschenkel (1) verbunden ist und

- indem die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen (10 bzw. 15) der Unterspannungswicklungen (5 bzw. 7) auf den Endschenkeln (2 bzw. 3) je für sich durch die Kesselwand (9) hinausgeführt sind und erst kurz vor oder direkt über die Laststrecke des Verbrauchers galvanisch miteinander verbunden sind und dabei den dritten Dreieckspunkt in der Dreiecksschaltung bilden.

4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Breite der Leiter (17, 18) zu ihrer Dicke zwischen 50 und 150, vorzugsweise bei 100, liegt.

5. Anordnung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch

gekennzeichnet, daß der Abstand der Leiter (17, 18, 19) voneinander größer ist als die Dicke der Leiter (17, 18, 19).

6. Anordnung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden außenliegenden Leiter (10, 15) oben und unten mit einem im Querschnitt sichelförmigen Verschlußstreifen (21) zu einem die beiden anderen Leiter (17, 18) umfassenden Rohr (19) miteinander verbunden sind und daß dieses Rohr (19) von einem Kühlmittel durchströmt ist.

7. Anordnung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder einzelne der Leiter aus einer Mehrzahl von elektrisch und räumlich parallel liegenden, kühlmitteldurchströmten Rohren zusammengesetzt ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung zwischen je zwei räumlich benachbarten Leitern (10, 17, 18, 15) je für sich einstellbar ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die vier Leiter (10, 17, 18, 15) in einem Überleitungsstück der Hochstromleitung in eine im Querschnitt aus drei V-förmigen Leitern (22, 23, 24) zu einem dreistrahligen Stern zusammengesetzten Leiterabschnitt zum Anschluß des Verbrauchers geführt sind, wobei die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen (10, 15) der Wicklungen (5 bzw. 7) auf den Endschenkeln (2 bzw. 3) mit demselben V-förmigen Leiter (24) verbunden sind.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der V-förmigen Leiter (22, 23, 24) in einer dreieckigen Platte endet, die über ein flexibles Leiterbündel oder über eine Reihenschaltung aus einem Rohr und einem flexiblen Leiterbündel mit einem Anschlußpol des Verbrauchers verbunden ist.

Claims

1. An arrangement for the transmission of large electrical outputs comprising large currents with small voltage differences from a transformer to an adjacent load, for example a steel melting furnace or an electrolytic bath, by means of a three-phase power line comprising conductors which have a wide cross-section in relation to their thickness, characterised in that all the conductors (10, 15, 17, 18) of the three-phase power line from the transformer windings (5, 6, 7) to the load in the region of the winding output lines (10 to 15) and also in the region of an outlet (16) through the transformer casing (9) and also in a subsequent conductor section have their broader faces respectively opposite one another with adjacent conductors (10, 15, 17, 18) mutually overlapping over their full width, and in that the width of the conductors (10, 17, 18, 15) approximately equals the height of the winding in the transformer.

2. An arrangement as claimed in claim 1,

characterised in that the conductor section following the outlet (16) through the transformer casing (9) directly extends to the load by means of conductors (17, 18, 19) which overlap one another over their full width.

3. An arrangement as claimed in claim 1 and 2, characterised in that the low-tension voltage windings (5, 6, 7) feeding the line are Delta connected,

- in that the winding output line (11 and 14) nearest the central flank (1) of a low-tension voltage winding (5 and 7), on an end flank (2 and 3) is connected to the output line (12 and 13) of the low-tension voltage winding (6) on the central flank (1) facing that line, and

- in that the output lines (10 and 15) of the low-tension voltage windings (5 and 7) on the end flanks (2 and 3) which are adjacent the ends of the transformer respectively lead through the transformer casing (9) by themselves and are only galvanically connected to one another shortly before or directly via the load path of the consumer and thus form the third triangulation point in the Delta connection.

4. An arrangement as claimed in claims 1 to 3, characterised in that the ratio of the width of the conductors (17, 18) to their thickness ranges between 50 and 150, preferably 100.

5. An arrangement as claimed in claims 1 to 4, characterised in that the distance of the conductors (17, 18, 19) from one another is greater than the thickness of the conductors (17, 18, 19).

6. An arrangement as claimed in claims 1 to 5, characterised in that the two outer conductors (10, 15) are connected to one another at the top and at the bottom by means of a locking strip (21) which has a sickle-shaped cross-section to form a pipe (19) enclosing the two other conductors (17, 18) and that said pipe (19) is traversed by a coolant.

7. An arrangement as claimed in claims 1 to 5, characterised in that each individual conductor consists of a plurality of electrically and spatially parallel pipes, through which a coolant flows.

8. An arrangement as claimed in one of claims 1 to 7, characterised in that the voltage between two spatially adjacent conductors (10, 17, 18, 15) is individually adjustable.

9. An arrangement as claimed in one of claims 1 to 8, characterised in that in a transition piece of the high-amperage circuit the four conductors (10, 17, 18, 15) are guided in a conductor section which in the cross-section consists of three V-shaped conductors (22, 23, 24) which are combined to form a three-pointed star, to the connection point of the load, where the output lines (10, 15) adjacent the ends of the transformer of the windings (5 and 7) on the end flanks (2 and 3) are connected to the same V-shaped conductor (24).

10. An arrangement as claimed in one of claims 1 to 9, characterised in that each of the V-shaped conductors (22, 23, 24) terminates in a triangular plate which is connected to a terminal pole of the

load by means of a flexible conductor bundle or by means of a series connection consisting of a pipe and a flexible conductor bundle. *Fr

5

Revendications

10

1. Dispositif pour transmettre des puissances électriques élevées avec des courants très intenses, dans le cas de faibles différences de tension entre un transformateur et un appareil d'utilisation voisin, gros consommateur d'énergie, par exemple un four de fusion de l'acier ou un bain électrolytique, par l'intermédiaire d'une ligne à courant triphasé possédant des conducteurs dont la section transversale est très grande par rapport à leur épaisseur, caractérisé par le fait que

15

20

- tous les conducteurs (10, 15, 17, 18) de la ligne à courant triphasé sont disposés réciproquement en vis-à-vis par leurs côtés larges, depuis les enroulements (5, 6, 7) jusqu'à l'appareil d'utilisation, dans la zone de la ligne de sortie (10 à 15) des enroulements ainsi que dans la zone d'une traversée (16) disposée dans une paroi (9) de la cuve et également dans une section de ligne qui s'y trouve raccordée, auquel cas des conducteurs réciproquement voisins, qui font partie des conducteurs (10, 15, 17, 18), se recouvrent réciproquement sur toute leur largeur, et

25

30

- que la largeur de ces conducteurs (10, 17, 18, 15) est approximativement égale à la hauteur d'enroulement dans le transformateur.

35

40

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la section de ligne, qui se raccorde à la traversée (16) disposée dans la paroi (9) de la cuve, s'étend, avec ses conducteurs (17, 18, 19) se recouvrant sur toute leur largeur, jusqu'à proximité immédiate de l'appareil d'utilisation.

45

3. Dispositif suivant les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les enroulements basse tension (5, 6, 7), qui alimentent la ligne, sont branchés électriquement selon un montage en triangle,

50

- grâce au fait que respectivement la ligne de sortie (11 ou 14) qui est la plus rapprochée de la branche médiane (1), d'un enroulement basse tension (5 ou 7) situé sur une branche d'extrémité (2 ou 3) est reliée à la ligne de sortie (12 ou 13), qui est située de son côté, de l'enroulement basse tension (6) situé sur la branche médiane (1), et

55

60

- grâce au fait que les lignes de sortie (10 ou 15), situées vers les extrémités du transformateur, des enroulements basse tension (5 ou 7) situés sur les branches d'extrémité (2 ou 3) sont ressorties séparément à travers la paroi (9) de la cuve et sont reliées entre elles galvaniquement seulement juste en amont ou directement par l'intermédiaire de la voie de charge de l'appareil d'utilisation et forment le troisième sommet du triangle dans le montage en

65

triangle.

4. Dispositif suivant les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le rapport de la largeur des conducteurs (17, 18) à leur épaisseur est compris entre 50 et 150 et est égal de préférence à 100. 5

5. Dispositif suivant les revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la distance réciproque des conducteurs (17, 18, 19) est supérieure à leur épaisseur. 10

6. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les deux conducteurs extérieurs (10, 15) sont reliés entre eux, en partie haute et en partie basse par une bande de fermeture (21) possédant la forme d'un croissant en coupe transversale, pour former un tube (19) entourant les deux autres conducteurs (17, 18), et que ce tube (9) est traversé par un fluide de refroidissement. 15

7. Dispositif suivant les revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que chacun des conducteurs est formé par la réunion d'une multiplicité de tubes montés en parallèle du point de vue électrique dans l'espace et parcourus par un fluide de refroidissement. 20 25

8. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que la tension entre respectivement deux conducteurs (10, 17, 18, 15) voisins dans l'espace est réglable individuellement. 30

9. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que les quatre conducteurs (10, 17, 18, 15) situés dans un élément de jonction de la ligne à courant fort s'étendent, à l'intérieur d'une section de ligne formée par la réunion de trois conducteurs en forme de V (22, 23, 24) sous la forme d'une étoile à trois branches, en coupe transversale, jusqu'à la borne de l'appareil d'utilisation, les lignes de sortie (10, 15), situées du côté des extrémités du transformateur, des enroulements (5 ou 7) situés sur les branches d'extrémité (2 ou 3) étant reliées au même conducteur en forme de V (24). 35 40

10. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que chacun des conducteurs en forme de V (22, 23, 24) se termine par une plaque triangulaire qui est reliée par l'intermédiaire d'un faisceau souple de conducteurs ou par l'intermédiaire d'un circuit série formé d'un tube et d'un faisceau souple de conducteurs, à une borne de raccordement de l'appareil d'utilisation. 45 50

55

60

65

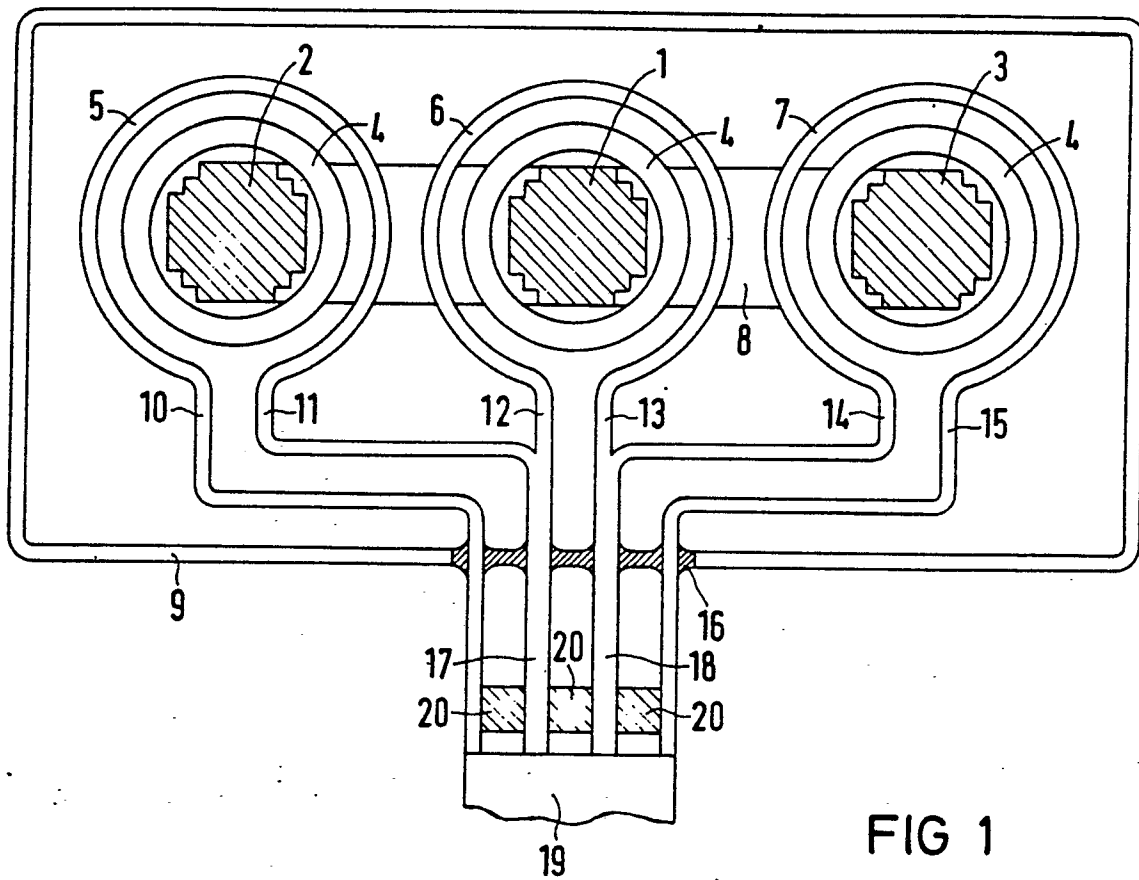


FIG 1

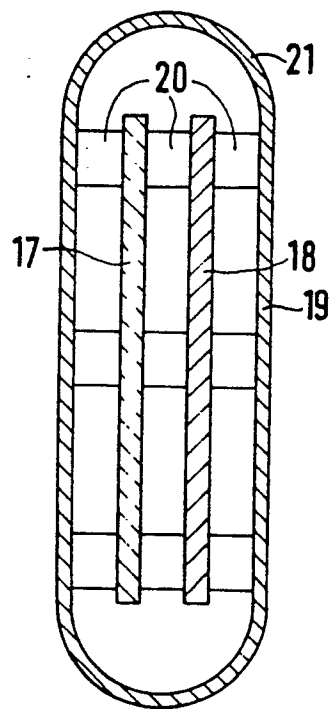


FIG 2

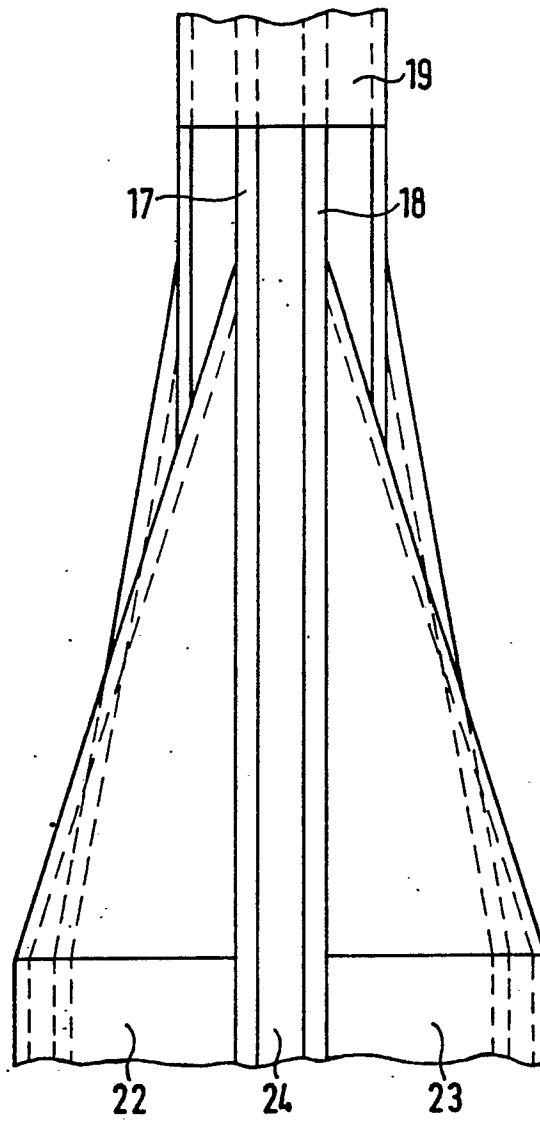


FIG 3

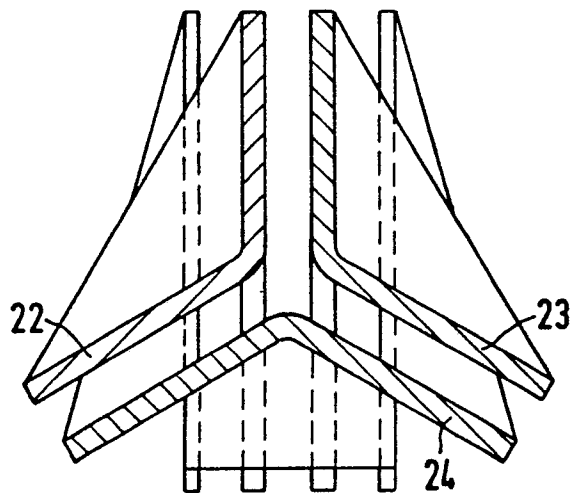


FIG 4

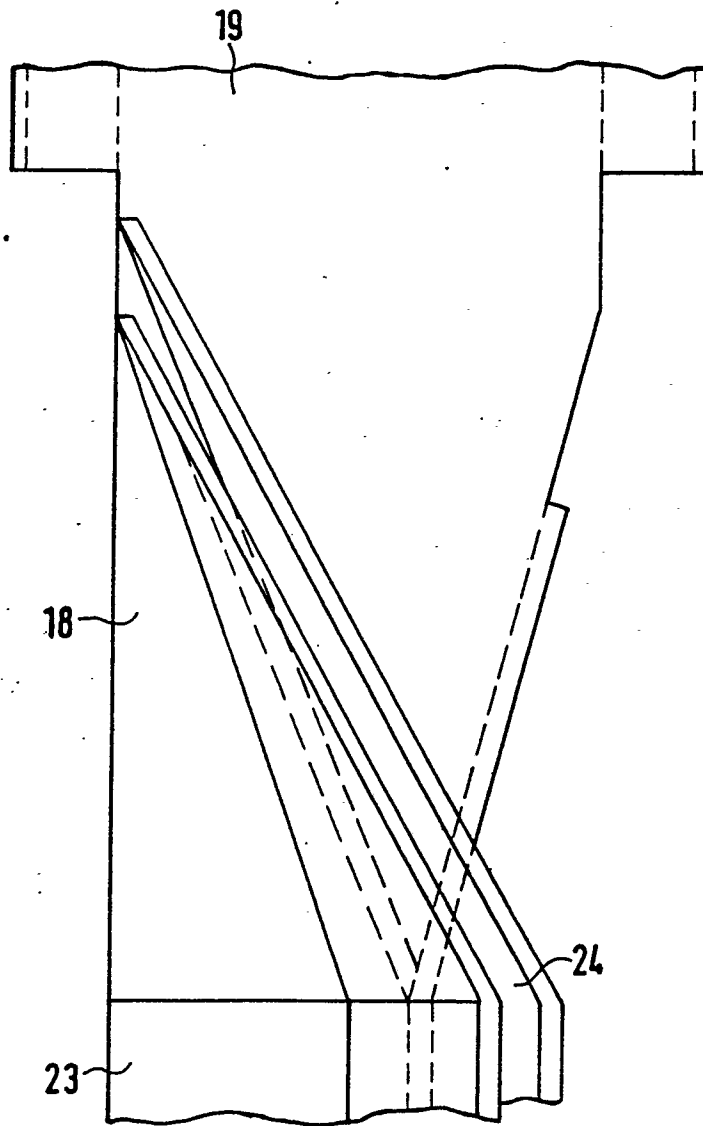


FIG 5