

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/186748 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 27/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/059842

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. April 2017 (26.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 207 393.1
29. April 2016 (29.04.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: ETTL, Christian; Naas, Ackerweg 13, 8160
Weiz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

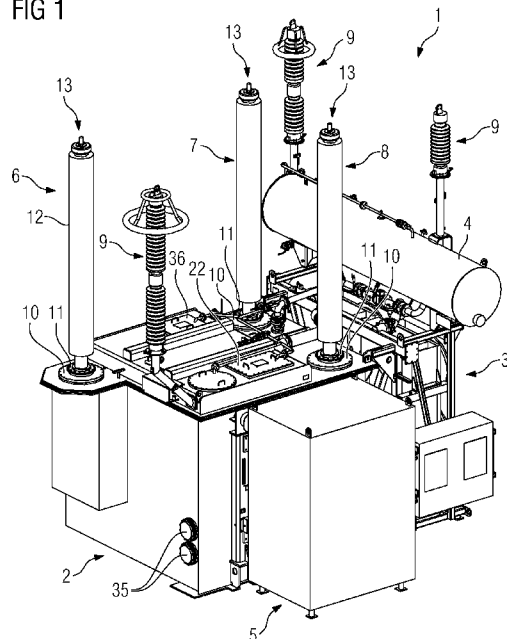
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: REPLACEMENT TRANSFORMER HAVING A MODULAR STRUCTURE

(54) Bezeichnung: ERSATZTRANSFORMATOR MIT MODULAREM AUFBAU

FIG 1



(57) Abstract: The aim of the invention is to produce an assembly (18) enabling a defective multi-phase transformer (1) to be replaced rapidly. To this end, the assembly (18) comprises several single-phase transformers, each comprising; a housing filled with an insulating fluid in which a core having an upper and lower voltage winding is mounted; at least one feed-through connector bushing (10) which is connected to the upper or the lower voltage winding by means of a winding connection line extending within the housing (2); at least one high-voltage bushing (6, 7, 8) which can be inserted into the feed-through connector bushing (10), and a cooling module (3) which is filled with the insulating fluid and is used to cool the insulating fluid and can be connected to the housing (2).

(57) Zusammenfassung: Ersatztransformator mit modularem Aufbau Um eine Anordnung (18) für den schnellen Einsatz eines fehlerhaften mehrphasigen Transformators (1) herzustellen, wird vorgeschlagen, dass die Anordnung (18) mehrere einphasige Transformatoren umfasst, die jeweils - ein mit einer Isolierflüssigkeit befülltes Gehäuse (2), in dem ein Kern mit einer Ober- und einer Unterspannungswicklung angeordnet ist, - wenigstens eine Durchführungssteckbuchse (10), die über eine sich innerhalb des Gehäuses (2) erstreckende Wicklungsanschlussleitung mit der Ober- oder der Unterspannungswicklung verbunden ist, - wenigstens eine Hochspannungsdurchführung (6,7,8), die in die Durchführungssteckbuchse (10) einsteckbar ist, und - ein lösbar mit dem Gehäuse (2) verbindbares und mit Isolierflüssigkeit befülltes Kühlmodul (3) zum Kühlen der Isolierflüssigkeit aufweisen.



WO 2017/186748 A2

Beschreibung

Ersatztransformator mit modularem Aufbau

5 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Ersatz eines mehrphasigen Transformators.

In Wechselspannung führenden elektrischen Versorgungsnetzen werden Transformatoren zum Umwandeln einer Oberspannung in
10 eine Niederspannung oder umgekehrt eingesetzt. Insbesondere große Leistungstransformatoren erreichen oftmals die Größe eines Mehrfamilienhauses. Dabei sind die Transformatoren den jeweiligen Kundenanforderungen entsprechend ausgestaltet, so dass sie in aller Regel als maßgeschneiderte Einzelanfertigungen hergestellt werden. Im Fehlerfall stellen solche
15 Transformatoren ein für die Sicherheit der Netzversorgung kritisches Bauteil dar, da durch den Ausfall des Transformators die Energieversorgung unterbrochen wird. Um den fehlerhaften Transformator ersetzen zu können, muss ein Ersatztransformator aufwendig konzipiert und den Anforderungen entsprechend hergestellt werden. Dies kann zu Verzögerungszeiten von bis zu über einem Jahr führen. Aufgrund seines hohen Gewichtes und seiner Größe ist darüber hinaus der Transport des Ersatztransformators zeitaufwendig und kann je nach Wetterbedingungen mehrere Wochen dauern. Weitere Verzögerungen ergeben sich vor Ort aufgrund der langen Inbetriebnahmezeiten.
20
25

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Anordnung bereitzustellen, mit der fehlerhafte Transformatoren schnell ersetzt
30 werden können. Vorzugsweise soll eine Inbetriebnahmedauer zwischen 48 und 72 Stunden möglich sein.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Anordnung mit mehreren einphasigen Transformatoren. Die einphasigen Transformatoren weisen jeweils ein mit einer Isolierflüssigkeit
35 befülltes Gehäuse, in dem ein Kern mit einer Ober- und einer Unterspannungswicklung angeordnet ist, wenigstens eine Durchführungsteckbuchse, die über eine sich innerhalb des

Gehäuses erstreckende Wicklungsanschlussleitung mit der Ober- oder Unterspannungswicklung verbunden ist, wenigstens eine Hochspannungsdurchführung, die in die Durchführungsteckbuchse einsteckbar ist, und ein lösbar mit dem Gehäuse verbindbares und mit Isolierflüssigkeit befülltes Kühlmodul zum Kühlen der Isolierflüssigkeit auf.

Erfindungsgemäß ist eine Anordnung bereitgestellt, mit der ein mehrphasiger Transformator schnell und einfach ersetzt werden kann, so dass eine schnelle Wiederaufnahme der Energieversorgung ermöglicht ist. Die erfindungsgemäße Anordnung kann schnell transportiert und vor Ort innerhalb weniger Tage montiert werden. Ist die erfindungsgemäße Anordnung in Betrieb, kann der fehlerhafte mehrphasige Transformator in Ruhe durch einen Neutransformator ausgetauscht werden. Ist dann nach beispielsweise drei Jahren der fehlerhafte mehrphasige Transformator durch einen neuen mehrphasigen Transformator ersetzt worden, kann die erfindungsgemäße Anordnung abgebaut werden und steht für neue Einsätze zur Verfügung.

Um möglichst schnell zum fehlerhaften Transformator transportiert werden zu können, wurde im Rahmen der Erfindung ein modularer Aufbau gewählt. So sind an Stelle eines mehrphasigen und somit schweren Ersatztransformators mehrere einphasige und somit leichtere Transformatoren vorgesehen. Dabei entspricht die Anzahl der einphasigen Transformatoren der Anzahl der Phasen des fehlerhaften Transformators. Mit anderen Worten wird beispielsweise ein dreiphasiger Transformator durch drei einphasige Transformatoren ersetzt. Dabei sind auch die einphasigen Transformatoren selbst modular aufgebaut. Als erstes Modul ist das mit Isolierflüssigkeit befüllte Gehäuse vorgesehen, in dem der Kern mit Ober- und Unterspannungswicklung als Aktivteil angeordnet ist. Der Aufbau des Kerns und der Ober- bzw. Unterspannungsdecklung ist im Rahmen der Erfindung grundsätzlich beliebig.

Das Gehäuse ist darüber hinaus mit Durchführungsteckbuchsen ausgerüstet, die an ihrer der Isolierflüssigkeit zugewandten

Seite mit einer Wicklungsanschlussleitung verbunden sind. Die Wicklungsanschlussleitung ist wiederum an eine der Wicklungen angeschlossen. Handelt es sich beispielsweise um die ober-
spannungsseitige Durchführungssteckbuchse ist die Wicklungs-
anschlussleitung mit der Oberspannungswicklung verbunden.
Handelt es sich jedoch beispielsweise um eine Durchführungs-
steckbuchse der Unterspannungsseite, ist diese über die Wick-
lungsanschlussleitung mit der Unterspannungswicklung verbun-
den.

10

Als weiteres Modul ist erfindungsgemäß eine steckbare Hoch-
spannungsdurchführung vorgesehen. Die Hochspannungsdurchfüh-
rung umfasst einen sich in einer Längsrichtung erstreckenden
Isolator, durch den sich wiederum ein Hochspannungsleiter er-
streckt. Dabei weist die Hochspannungsdurchführung einen Bef-
festigungsanschluss auf, von dem sich zu ihrem freien trans-
formatorseitigen Ende hin ein Einsteckabschnitt erstreckt,
der formkomplementär zur Durchführungssteckbuchse ausgebildet
ist. Bei der Montage wird der Einsteckabschnitt in die Durch-
führungssteckbuchse eingeführt. Anschließend wird die Hoch-
spannungsdurchführung mittels Befestigungsanschluss an dem
Gehäuse fixiert. Der Hochspannungsleiter der Durchführung
liegt in der eingesteckten Stellung an einem Leitungsbolzen
an, der an dem geschlossenen Ende der Durchführungsbuchse
isoliert gehalten ist. Der Leitungsbolzen kontaktiert die
Wicklungsanschlussleitung und durchragt die ansonsten nicht
leitende Innenwandung der Durchführungssteckbuchse. Die
Durchführungsbuchsen verfügen über Dichtmittel und siegeln so
den Innenraum des Gehäuses fluiddicht ab.

30

Zweckmäßigerweise erstreckt sich der Säulenabschnitt senk-
recht oder rechtwinklig zu einem horizontalen Gehäusedeckel
des Gehäuses, so dass das Gewicht der Hochspannungsdurchfüh-
rung direkt von oben, also senkrecht, in die Durchführungs-
steckbuchse eingeleitet wird. Das Eigengewicht der Durchfüh-
rung sorgt somit für eine hohe Anpresskraft innerhalb der
Steckbuchse, so dass auf diese Weise eine gute Isolierung
durch einen Festkörperverbund bereitgestellt ist. Vorteil-

35

hafterweise wird die Hochspannungsdurchführung mit der Durchführungsteckbuchs mittels einer zweckmäßigen lösbaren Verbindung, beispielsweise einer Schraubverbindung, verbunden.

- 5 Schließlich ist im Rahmen der Erfindung ein unabhängig von den restlichen Komponenten des jeweiligen einphasigen Transformators transportierbares Kühlmodul vorgesehen, das lösbar mit dem Gehäuse verbindbar ist und bereits vor der Montage vor Ort mit Isolierflüssigkeit befüllt oder befüllbar ist.
- 10 Nach dem Verbinden des Kühlmoduls mit dem Innen- oder Ölraum des Gehäuses wird die Isolierflüssigkeit über das Kühlmodul geführt und so in der gewünschten Weise gekühlt.

Durch den modularen Aufbau sind im Rahmen der Erfindung statt
15 einer zentralen sehr schweren und sehr schwer zu transportierenden Einheit mehrere leichtere Module oder Komponenten vorgesehen, die einfach kostengünstig und schnell an beliebige Standorte transportiert werden können. Durch die steckbare Ausgestaltung der Hochspannungsdurchführung und der Durchführungssteckbuchsen ist darüber hinaus eine schnelle Montage
20 vor Ort ermöglicht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen sowohl das Gehäuse als auch das Kühlmodul jeweils wenigstens
25 einen Kühlflüssigkeitseingang und wenigstens einen Kühlflüssigkeitsausgang auf, die zum Austausch von Isolierflüssigkeiten miteinander verbindbar sind, wobei jeder Kühlflüssigkeitsausgang und jeder Kühlflüssigkeitseingang mit einem fluiddichten Schließventil ausgerüstet ist. Dadurch dass sowohl das Kühlmodul als auch das Gehäuse jeweils mit einem
30 Schließventil bestückt sind, können diese Module bereits vor ihrer Montage mit einer Isolierflüssigkeit, beispielsweise einem üblichen Isolieröl, befüllt sein oder werden. Bei der Montage wird jeder Kühlflüssigkeitsausgang des Gehäuses mit
35 einem Kühlflüssigkeitseingang des Kühlmoduls verbunden und jeder Kühlflüssigkeitsausgang des Kühlmoduls selbstverständlich mit einem zugeordneten Kühlflüssigkeitseingang des Gehäuses. Auf diese Weise kann die von dem Aktivteil des Gehäuses

ses, also dem Kern und den Ober- und Unterspannungswicklungen, erwärmte Isolierflüssigkeit über das Kühlmodul geführt und somit abgekühlt werden.

5 Das Kühlmodul kann grundsätzlich beliebig ausgeführt sein. So kann es sich bei dem Kühlmodul beispielsweise um ein passives Kühlmodul handeln, das Kühlrippen aufweist, in denen die Iso-
10 Isolierflüssigkeit umgewälzt wird. An der Außenseite der Kühlrippen steht das Kühlmodul in wärmeleitendem Kontakt mit der Außenatmosphäre, so dass es zu einem Wärmeübergang von der
15 Isolierflüssigkeit zur Außenatmosphäre kommt.

Zur direkten Verbindung eines Kühlflüssigkeitsausganges mit einem Kühlflüssigkeitseingang kommt im Rahmen der Erfindung
15 beispielsweise eine einfache Flanschverbindung mit Dichtmitteln in Betracht. Die Verbindung von Kühlflüssigkeitseingang und Kühlflüssigkeitsausgang erfolgt beispielsweise direkt,
mit anderen Worten ist bei dieser Ausgestaltung der Erfindung jeder Kühlflüssigkeitseingang in direktem Kontakt mit einem
20 Kühlflüssigkeitsausgang.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch ein Zwischenstück zur fluiddichten Verbindung von
Kühlflüssigkeitsausgang und Kühlflüssigkeitseingang vorgesehen,
25 wobei das Zwischenstück einen Verbindungskanal begrenzt und eine Entlüftungsöffnung zum Entlüften des Verbindungskanals aufweist. Bei dieser Ausführung der Erfindung wird die Isolierflüssigkeit, die aus einem Kühlflüssigkeitsausgang austritt, über den Verbindungskanal des Zwischenstücks zu ei-
30 nem Kühlflüssigkeitseingang geführt. Durch das Zwischenstück wird die Montage des Kühlmoduls am Gehäuse noch weiter vereinfacht. Das Zwischenstück kann starr ausgestaltet sein oder aber einen flexiblen beweglichen Abschnitt aufweisen. Der
beispielsweise rohrförmige Verbindungskanal erstreckt sich
35 von einer Eingangsöffnung des Zwischenstücks zu deren Ausgangsöffnung. Bei der Montage wird das Zwischenstück mit seiner einen Seite mit einem Kühlflüssigkeitseingang und mit seiner anderen Seite mit einem Kühlflüssigkeitsausgang fluid-

dicht verbunden. Um keine Luft und/oder Feuchtigkeit in die Isolierflüssigkeit gelangen zu lassen, kann der Verbindungskanal des Zwischenstücks entlüftet werden. Dies erfolgt über die Entlüftungsöffnung und beispielsweise durch Anlegen eines Vakuums im Verbindungskanal mit Hilfe einer Vakuumpumpe. Nach Anlegen des Vakuums im Verbindungskanal können die Schließventile des Kühlflüssigkeitseingangs und des Kühlflüssigkeitsausgangs jeweils geöffnet werden. Bei einer Variante weist das Zwischenstück eine fluiddicht verschließbare Ablassöffnung auf, die das Ablassen von Isolierflüssigkeit aus dem Verbindungskanal vor der Montage ermöglicht.

Gemäß eine bevorzugten Ausgestaltung verfügt jeder einphasige Transformator der erfindungsgemäße Anordnung über ein Ausdehnungsgefäß, das mit dem Gehäuse über einen Anschluss zum Austausch von Isolierflüssigkeit verbindbar ist, wobei das Ausdehnungsgefäß auf einem separaten Haltegestell angeordnet ist. Mit anderen Worten ist das Ausdehnungsgefäß von seinem separaten Haltegestell mechanisch gehalten. Wie das Kühlmodul ist auch das Ausdehnungsgefäß mit dem Gehäuse-Inneren oder mit anderen Worten dem Ölraum verbunden, so dass Isolierflüssigkeit über den besagten Anschluss zum Ausdehnungsgefäß und umgekehrt gelangen kann. Das Volumen der Isolierflüssigkeit ist temperaturabhängig. Steigt die Temperatur an, nimmt das Volumen der Isolierflüssigkeit zu. Aufgrund des konstanten Innenvolumens des Gehäuses ist daher ein zusätzliches Volumen in Gestalt des Ausdehnungsgefäßes erforderlich, um das bei höheren Temperaturen entstehende zusätzliche Volumen der Isolierflüssigkeit aufzunehmen. Das Ausdehnungsgefäß kann mit einem Luftentfeuchter oder einer Gaskompressionskammer oder dergleichen bestückt sein. Die genaue Ausgestaltung des Ausdehnungsgefäßes im Rahmen der Erfindung ist beliebig. Wesentlich ist jedoch die separate Anordnung und Halterung auf dem Haltegestell. Diese sorgt für eine einfache und beschleunigte Montage.

Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung ist das Haltegestell zum Halten des Ausdehnungsgefäßes oberhalb

des am Gehäuse lösbar befestigten Kühlmoduls eingerichtet. Das Haltegestell weist beispielsweise eine einem Fundament oder Boden zugewandte Unterseite und eine von dieser abgewandte obere Oberseite auf, die mit dem Ausdehnungsgefäß direkt verbunden ist. Zwischen diesen beiden Seiten erstrecken sich beispielsweise metallische Verstrebungen, die so miteinander verbunden sind, dass ein notwendiger Freiraum zur Aufnahme des Kühlmoduls vorgesehen ist, das ebenfalls an dem Gehäuse oder an dem Haltegestell befestigt ist.

10

Zweckmäßigerweise ist der Halterahmen Teil des Kühlmoduls, wobei das Kühlmodul über den Halterahmen mit dem Gehäuse verbunden ist.

15

Weitere Vorteile ergeben sich, wenn das Kühlmodul einen Halterahmen aufweist, der mit einem Hebeeingriff zum Anheben des Halterahmens und einem Hakenteil zum Einhaken in ein am Gehäuse befestigtes Gegenstück ausgerüstet ist. Der Hebeeingriff ist beispielsweise eine ringförmig geschlossene Hebeöse, die einen Innendurchmesser aufweist, der das Einhaken eines üblichen Kranhakens und somit ein einfaches Anheben des Halterahmens und somit des gesamten Kühlmoduls ermöglicht. Abweichend hiervon ist der Hebeeingriff ebenfalls hakenförmig ausgebildet. Das Hakenteil und das Gegenstück, beispielsweise ein einfacher Bolzen, bilden eine Hakenverbindung, die das Einhängen des Kühlmoduls am Gehäuse und somit eine schnelle Montage des Kühlmoduls ermöglicht. Das Gegenstück ist beispielsweise ein sich parallel zu einer Gehäusewand, beispielsweise dem Deckel, erstreckender Bolzen. Der mit Abstand zu der besagten Gehäusewand gehalten ist.

30

35

Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist jeder einphasige Transformator mit einem Hilfsstrommodul verbindbar, in dem ein Hilfstransformator zum Erzeugen einer Versorgungsenergie angeordnet ist. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung ist ein Hilfsstrommodul vorgesehen, das mit dem Aktivteil und beispielsweise einer Ausgleichs- oder Tertiärwicklung des jeweiligen Transformators verbunden ist. Bei

Netzanschluss des einphasigen Transformators wird die Ober-
spannungswicklung des Hilfstransformators erregt, so dass an
deren Sekundärseite die Versorgungsspannung bereitgestellt
ist, die von elektrischen Komponenten der einphasigen Trans-
formatoren für deren Betrieb benötigt wird. Diese elektri-
5 schen Komponenten umfassen beispielsweise Motoren, Pumpen,
Ventilatoren, Lüftungen und dergleichen.

Vorteilhafterweise sind wenigstens drei Durchführungssteck-
10 buchsen vorgesehen. Die Durchführungssteckbuchsen sind vor-
teilhafterweise luft- und flüssigkeitsdicht an dem Gehäuse
befestigt. Sie ermöglichen jeweils ein schnelles Einstecken
der ihnen zugeordneten Hochspannungsdurchführung und somit
eine schnelle Montage vor Ort. Durch das Vorsehen von wenigst-
15 tens drei Durchführungsbuchsen kann die Anordnung mit mehre-
ren Eingangsspannungen betrieben und so flexibler eingesetzt
werden. Die Durchführungssteckbuchsen sind formkomplementär
zu dem Einsteckabschnitt der jeweiligen Hochspannungsdurch-
führung ausgebildet. Dabei ist die Hochspannungsdurchführung
20 in Abhängigkeit ihrer Betriebsspannung dimensioniert.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist jede Wicklungsan-
schlussleitung mit einem Stromwandler ausgerüstet. Gemäß die-
ser Ausgestaltung ist das Anbringen von Stromwandlern bei der
25 Montage vor Ort vermieden. Die Stromwandler sind gemäß dieser
Ausgestaltung innerhalb des Gehäuses fest installiert. Dies
führt zu einer weiteren Verkürzung der Montagezeit vor Ort.

Zweckmäßigerweise ist das Kühlmodul mit einem Gebläse ausge-
30 rüstet und mit dem Hilfsstrommodul verbindbar. Gemäß dieser
vorteilhaften Ausgestaltung ist ein aktives Kühlmodul ge-
wählt, das einen höheren Kühlungsgrad bereitstellt, als ein
vergleichbar dimensioniertes passives Kühlmodul. Zur Energie-
versorgung des Gebläses ist das Kühlmodul mit dem Hilfsstrom-
35 modul verbunden, das ausgangsseitig die Versorgungsspannung
für die Gebläse und andere elektronische Elemente des Kühlmo-
duls bereitstellt.

Bei einer weiteren Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung ist in dem Gehäuse wenigstens eine verschließbare Einstellöffnung ausgebildet, die Zugang zu einer in dem Gehäuse angeordneten Auswahleinrichtung gewährt, wobei die Auswahleinrichtung mehrere Spannungsanschlüsse ausbildet, die jeweils mit einer zugeordneten Durchführungssteckbuchse, einem Kabelausgang oder einer Wicklung verbunden sind, wobei zwei der Spannungsanschlüsse über eine Umschalteinheit wahlweise miteinander verbindbar sind. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung können die einphasigen Transformatoren auf bestimmte Ein- oder Ausgänge eingestellt werden. Hierzu ist ein Spannungsanschluss jeder Auswahleinheit mit einer Wicklung verbunden. Die verbleibenden Spannungsanschlüsse der Auswahleinheit sind jeweils an eine zugeordnete Durchführungssteckbuchse oder einen Kabelanschluss angeschlossen. Durch die Umschalteinheit wird ein ausgewählter Ein- oder Ausgang des einphasigen Transformators mit einer der Wicklungen verbunden. Die Umschalteinheit ist beispielsweise ein zweckmäßig ausgebildeter Schalter oder aber ein kostengünstiger beidseitig steckbarer Verbindungsleiter, der im Folgenden als Stellleiter bezeichnet ist. Durch einfaches Umstecken des Stellleiters wird die jeweilige Wicklung mit einer anderen Durchführungssteckbuchse verbunden. Ein- und Ausgänge können so flexibel eingestellt werden. Die Auswahleinrichtung ist innerhalb des Gehäuses angeordnet und somit bei Betrieb der Anordnung vollständig von Isolierflüssigkeit umgeben. Sie ist jedoch einer Einstellöffnung des Gehäuses unmittelbar zugewandt. Diese Einstellöffnung befindet sich bevorzugt im sogenannten Deckel des Gehäuses. Um beispielsweise eine bestimmte Durchführungssteckbuchse, die für eine höhere Spannung ausgelegt ist, mit der Oberspannungswicklung zu verbinden, wird Isolierflüssigkeit aus dem Gehäuse etwas abgelassen, so dass einem Nutzer der Zugriff auf die Auswahleinrichtung über die Einstellöffnung ermöglicht ist. Anschließend kann der Stellleiter die entsprechenden Spannungsanschlüsse der Auswahleinrichtung miteinander verbinden.

Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung sind eine Eingangseinstellöffnung und eine Ausgangseinstellöffnung vorgesehen, wobei die der Eingangseinstellöffnung zugewandte Auswahleinrichtung mit wenigstens zwei Durchführungssteckbuchsen und die der Ausgangseinstellöffnung zugewandte Auswahleinrichtung mit einer weiteren Durchführungssteckbuchse und einem oder jedem Kabelausgang verbunden ist. Mit anderen Worten kann somit die erfindungsgemäße Anordnung daher sowohl für bestimmte Hochspannungen eingangsseitig ertüchtigt werden, wobei darüber hinaus auch verschiedene Ausgänge belegt werden können. Beispielsweise kann über die Ausgangseinstellöffnung die Unterspannungswicklung wahlweise mit einer Durchführung oder aber einem Kabelausgang verbunden werden.

Zweckmäßigerweise ist jede Hochspannungsdurchführung zur Montage an dem Gehäuse mit einem Befestigungsanschluss ausgerüstet, von dem sich ein Säulenabschnitt erstreckt, der in seinem freien von dem Befestigungsanschluss abgewandten Ende einen Hochspannungsanschluss ausbildet, wobei der Säulenabschnitt eine Länge von mindestens drei Metern aufweist. Gemäß dieser Ausführungsform sind steckbare Durchführungen in einem Spannungsbereich von über 245 kV ermöglicht. Steckdurchführungen in diesem Spannungsbereich sind derzeit nicht bekannt.

Zweckmäßigerweise ist wenigstens ein Kabelanschluss zum Anschluss eines Kabelleiters vorgesehen. Vorteilhafterweise verfügt das Gehäuse über zwei Kabelanschlüsse.

Zweckmäßigerweise ist eine Außenwandung der erfindungsgemäßen Anordnung zumindest teilweise durchschusshemmend ausgeführt. Wird die erfindungsgemäße Anordnung z.B. in einem Energieversorgungsnetz eingesetzt, stellt diese als Knotenpunkt in der Regel ein potenzielles Angriffsziel für zerstörerische Angriffe von außen dar. Ein solcher Angriff ist beispielsweise das Beschießen mit Handfeuerwaffen oder Gewehren und der Einsatz von Sprengsätzen mit Granat- oder Bombensplitter im Gefolge. Zum Schutz vor solchen Angriffen dient die durchschusshemmende Außenwandung, die z.B. aus einem

durchschusshemmenden Material oder Werkstoff, gefertigt ist. Die Außenwandung bildet beispielsweise die äußere Begrenzung einer Komponente der Anordnung. Insbesondere bildet die Außenwandung beispielsweise das jeweilige Gehäuse oder den Kessel der einphasigen Transformatoren, das mit Isolierflüssigkeit befüllt ist. Dies gilt entsprechend für die Durchführungen, das Ausdehnungsgefäß, die Kühleinheit oder andere Komponenten der einphasigen Transformatoren. Abweichend hiervon ist die Außenwand mit Abstand zum Gehäuse der einphasigen Transformatoren angeordnet und als Armierungszaun ausgeführt.

Zweckmäßigerweise besteht die Außenwandung aus einem durchschusshemmende Werkstoff mit einer Zugfestigkeit von über 1000 MPa. Hier kommt z.B. Panzerstahl in Betracht.

Gemäß einer abweichenden Variante dieser Ausführung der Erfindung umfasst die Außenwandung eine außenliegende Wand und eine innenliegende Wand, zwischen denen ein Dämpfungsmittel angeordnet ist. Bei einem Schuss auf die Anordnung durchschlägt die Kugel die äußere Wand der Außenwandung, wobei die Energie der Kugel anschließend von dem Dämpfungsmittel aufgenommen und abgebaut wird.

Zweckmäßigerweise ist das Dämpfungsmittel eine Flüssigkeit oder ein Trockenschaum.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Ersetzen eines mehrphasigen Transformators. Bei dem Verfahren wird eine der Anzahl der Phasen des mehrphasigen Transformators entsprechende Anzahl von einphasigen Transformatorengehäusen in der Nähe des mehrphasigen Transformators aufgestellt, die Transformatorengehäuse mit einem Kühlmodul und einem Ausdehnungsgefäß verbunden, Hochspannungsdurchführungssteckbuchsen des Transformatorgehäuses montiert, die Wicklungen der einphasigen Transformatorengehäuse miteinander verschaltet und die Hochspannungsführung an ihren Anschlüssen mit einem Versorgungsnetz und einer Last verbunden.

Wie bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Anordnung ausgeführt, wird sowohl durch den modularen Aufbau als auch durch die Auswahl einiger modular einphasiger Transformatoren die Transport- und Montagezeit erheblich verkürzt, so dass die Versorgung öffentlicher oder privater Verbraucher nach einem Ausfall eines mehrphasigen Transformators schnell wiederaufgenommen werden kann.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen.

15 Figuren 1, 2 einen einphasigen Transformator eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Anordnung in perspektivischer Ansicht zeigen,
Figur 3 einen fehlerhaften mehrphasigen Transformator während des Betriebs schematisch verdeutlicht,
20 Figur 4 die erfindungsgemäße Anordnung als Ersatz des fehlerhaften mehrphasigen Transformators nach Figur 3 zeigt,
25 Figur 5 das Gehäuse eines einphasigen Transformators in einer perspektivischen Darstellung verdeutlicht,
Figur 6 das Gehäuse gemäß Figur 5 in einer Draufsicht zeigt,
30 Figur 7 das Gehäuse gemäß Figur 5 zusammen mit dem auf einem Haltegestell angeordneten und mit dem Gehäuse verbundenen Ausdehnungsgefäß skizziert,
Figur 8 ein Ausführungsbeispiel eines Kühlmoduls in einer Vorderansicht zeigt,
35 Figur 9 das mit dem Gehäuse gemäß Figur 5 verbundene Kühlmodul gemäß Figur 8 in einer Draufsicht zeigt,

- Figur 10 ein Ausführungsbeispiel eines Zwischenstückes zum Anschluss des Kühlmoduls verdeutlicht,
- Figur 11 das Gehäuse mit angeschlossenem Hilfsstrommodul in einer Seitenansicht zeigt,
- 5 Figur 12 das Gehäuse mit eingesteckten Hochspannungsdurchführungen darstellt,
- Figur 13, 14, 15 Ausführungsbeispiele von Spannungsauswahleinrichtungen zeigt,
- 10 Figur 16 ein Ausführungsbeispiel eines einphasigen Transformators der erfindungsgemäßen Anordnung zeigt, der für eine Eingangsspannung von 345 kV und einer Ausgangsspannung von 138 kV ertüchtigt ist, und
- 15 Figur 17 ein Ausführungsbeispiel eines einphasigen Transformators einer der erfindungsgemäßen Anordnung mit einer Eingangsspannung mit 330 kV und einer Ausgangsspannung von 115 kV darstellt.

20

Figur 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel eines einphasigen Transformators 1 einer erfindungsgemäßen Anordnung. Der dort gezeigte Transformator 1 weist ein Gehäuse 2 auf, das mit einem Kühlmodul 3, einem Ausdehnungsgefäß 4, einem Hilfsstrommodul 5 und Hochspannungsdurchführungen 6, 7, 8 bestückt ist. Die genannten Komponenten oder Module sind lösbar miteinander verbunden, können somit einfach demontiert und unabhängig voneinander transportiert werden. Zum Schutz der Hochspannungsdurchführungen 6, 7 und 8 und dem in dem Gehäuse angeordneten Aktivteil des Transformators 1, also der mit der Hochspannungsdurchführung 6 oder 7 verbundenen Oberspannungswicklung sowie der mit der Hochspannungsdurchführung 8 verbundenen Niederspannungswicklung und des Kerns, dessen Schenkel von den jeweiligen Wicklungen umschlossen werden, dienen Ableiter 9, die innerhalb ihres Ableitergehäuses einen nichtlinearen Widerstand aufweisen, der bei Überspannungen von einem nicht

leitenden Zustand in einen leitenden Zustand übergeht und somit die parallel zu ihm geschalteten Bauteile schützt.

Die Hochspannungsdurchführungen 6, 7 und 8 sind jeweils als einsteckbare Hochspannungsdurchführungen ausgebildet und können mit ihrem Einsteckende in passende Durchführungssteckbuchsen 10 eingeführt werden. Die Durchführungssteckbuchsen 10 sind wie das Einsteckende rotationssymmetrisch ausgebildet und begrenzen einen zum Gehäusedeckel hin offen liegenden jedoch einseitig geschlossenen Hohlraum, der formkomplementär zu dem Einsteckende der jeweiligen Hochspannungsdurchführung 6, 7, 8 ausgebildet ist. Die Durchführungssteckbuchsen 10 sind ferner fluiddicht mit dem Gehäuse 2 verbunden, so dass der Ölraum des einphasigen Transformators 1 hermetisch, also luft- und flüssigkeitsdicht, von der Außenatmosphäre abgeschlossen ist. Am geschlossenen Ende der Durchführungssteckbuchse ist ein figürlich nicht erkennbarer Stromleitungsbolzen gehalten, der wenn die Hochspannungsdurchführung 6, 7 oder 8 in die jeweilige Durchführungssteckbuchse 10 eingeführt ist, in leitendem Kontakt mit dem sich durch die jeweilige Hochspannungsdurchführung 6, 7, 8 erstreckenden Hochspannungsleiter ist. Der besagte Leitungsbolzen erstreckt sich in das Innere des Gehäuses 2, also in dessen Ölraum hinein, wo er in Kontakt mit einer Wicklungsanschlussleitung steht, die somit die Durchführungssteckbuchse elektrisch mit der jeweiligen Ober- oder Unterspannungswicklung des Transformators 1 verbindet.

Zur Montage und Fixierung der Hochspannungsdurchführung 6, 7 oder 8 weisen diese jeweils einen Befestigungsanschluss 11 auf. Von dem Befestigungsanschluss 11 erstreckt sich ein Säulenabschnitt 12 zu einem Hochspannungsanschluss 13, der in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Freiluftanschluss ist. Der Abstand zwischen dem Befestigungsanschluss 11 und dem Hochspannungsanschluss 13 beträgt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel über 2 Meter und insbesondere über 3 Meter.

Figur 2 zeigt den einphasigen Transformator 1 gemäß Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht, in der das Kühlmodul besser erkennbar ist. Im Übrigen gelten die zu Figur 1 gemachten Ausführungen hier entsprechend.

5

Figur 3 zeigt in einer Draufsicht einen dreiphasigen Transformator 14, der auf einem Fundament aus Beton 15 angeordnet ist. Oberspannungsseitig ist der Transformator 14 mit einem Hochspannungsversorgungsnetz 16 verbunden, das drei Phasen aufweist. Unterspannungsseitig ist ein Verbrauchernetz 17 angedeutet. Bei einem Ausfall des mehrphasigen Transformators 14 kann die Energieversorgung des Verbrauchernetzes 17 durch das Versorgungsnetz 16 nicht mehr aufrecht erhalten werden. Daher ist für einen schnellen Ersatz des mehrphasigen Transformators 14 zu sorgen. Der mehrphasige Transformator 14 ist jedoch ein Leistungstransformator, dessen individuelle Herstellung in der Regel mehrere Monate, beispielsweise 10-15 Monate in Anspruch nimmt. Hinzu kommt der aufwendige Transport und schließlich die ebenfalls mehrere Wochen dauernde Montage vor Ort.

Figur 4 zeigt den Einsatz einer erfindungsgemäßen Anordnung 18 zum Ersatz des mehrphasigen Transformators 14. Es ist erkennbar, dass die Anordnung 18 aus mehreren einphasigen Transformatoren 1, wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt, besteht. Die einphasigen Transformatoren 1 sind an ihrer Oberspannungsseite, also beispielsweise mit dem Freiluftanschluss 13 der Durchführung 6, jeweils mit dem Versorgungsnetz 16 und an ihrer Unterspannungsseite über eine Kabelverbindung und einen Freiluftanschluss mit dem Verbrauchernetz 17 verbunden. Die erfindungsgemäße Anordnung 18 ist flexibel ausgelegt und kann daher den jeweiligen Anforderungen entsprechend aufgestellt werden. Die erfindungsgemäße Anordnung 18 kann daher bereits vor dem Eintritt eines Fehlers gebaut werden. Aufgrund ihres modularen Aufbaus und der Verwendung von einphasigen Transformatoren 1 besteht die erfindungsgemäße Anordnung 18 aus im Vergleich zum mehrphasigen Transformator 14 leichten Einzelkomponenten, die in wesentlich kürzerer Zeit

zu dem jeweils gewünschten Aufstellungsort transportiert werden können. Durch den modularen Aufbau ist darüber hinaus die Montagezeit erheblich gekürzt, so dass die erfindungsgemäße Anordnung 18 innerhalb weniger Tage montiert und somit die
5 Versorgung des Verbrauchernetzes schnell wieder aufgenommen werden kann. Anschließend kann nach einer dauerhaften Ersatzlösung für den mehrphasigen Transformator 14 gesucht werden. Beispielsweise kann ein neuer mehrphasiger Transformator konzipiert und hergestellt werden. Der fehlerhafte mehrphasige
10 Transformator 14 kann von dem Fundament 15 entfernt und der neue mehrphasige Transformator dort aufgestellt werden. Anschließend wird das Versorgungsnetz 16 und das Verbrauchernetz 17 mit dem neuen mehrphasigen Transformator verbunden, so dass dieser anschließend anstelle der erfindungsgemäßen
15 Anordnung 18 für die gewünschte Spannungsumwandlung sorgt. Die erfindungsgemäße Anordnung 18 kann dann demontiert und neuen Aufgaben zugeführt werden.

Figur 5 zeigt das Gehäuse 2 eines einphasigen Transformators
20 1 in einer perspektivischen Darstellung. Hier sind die Durchführungssteckbuchsen 10 besonders gut erkennbar. Darüber hinaus ist eine Rohrleitung 18 dargestellt, die zur Verbindung des Gehäuses 2 mit dem Kühlmodul 3 dient. Die Rohrleitung 18 bildet dazu eine Öffnung 19 aus, die mittels eines Schließventils 20 fluiddicht verschließbar ist. Darüber hinaus ist
25 ein Anschlussstutzen 21 zur Verbindung mit dem Ausdehnungsgefäß 4 verdeutlicht.

In Figur 6 ist das Gehäuse 2 gemäß Figur 5 in einer Draufsicht
30 gezeigt. Insbesondere in Figur 6 sind Einstellöffnungen 22, 36 verdeutlicht, die mittels einer Klappe fluiddicht verschlossen werden können. Die Einstellöffnungen 22 und 33 gewähren jeweils Zugang zu einer Auswahleinrichtung, worauf
später noch genauer eingegangen werden wird. In Figur 6 wurde
35 auf die Darstellung der Rohrleitung 18 verzichtet, so dass lediglich ein Anschlussstutzen 25 erkennbar ist, in dem wiederum eine Öffnung 19 ausgebildet ist, die wieder über ein Schließventil verschließbar ist. Ein ungewollter Austritt von

Isolierflüssigkeit aus dem Gehäuse 2 beim Transport ist somit vermieden.

Figur 7 zeigt das Gehäuse 2 gemäß der Figuren 5 und 6, wobei jedoch das Ausdehnungsgefäß 4 über eine Rohrleitung 24 mit dem Anschlussstutzen 21 und somit mit dem Ölraum des Gehäuses 2 verbunden ist. Mit anderen Worten kann bei zunehmenden Temperaturen die sich ausdehnende Isolierflüssigkeit über einen Anschlussstutzen 21 und Anschlussrohr 24 umfassenden Anschluss in das Ausdehnungsgefäß 4 gelangen. In Figur 7 wird ferner erkennbar, dass das Ausdehnungsgefäß 4 auf einem separat aufgestellten Gestell 25 angeordnet ist. Die gesamte Gewichtskraft des Ausdehnungsgefäßes 4 wird somit in das Gestell 25 und nicht in das Gehäuse 4 eingeleitet. Das Haltegestell 25 ist über eine Hakenverbindung mit dem Gehäuse 2 verbunden, so dass ein ungewolltes seitliches Abrutschen des Haltegestells 25 vom Gehäuse 2 vermieden ist. Die Hakenverbindung umfasst ein fest mit dem Haltegestell 25 verbundenes Hakenteil 26, das in ein an dem Gehäuse 2 fixiertes Gegenstück eingreift. Das Gegenstück ist beispielsweise ein sich parallel zum Gehäusedeckel erstreckender Bolzen, der über zwei Seitenschenkel mit dem Gehäusedeckel verbunden ist, wobei Seitenschenkel und der Bolzen die Gestalt eines auf den Kopf gestellten „U“ aufweisen.

25

Figur 8 zeigt das Kühlmodul 3 in einer Vorderansicht, in der erkennbar ist, dass das Kühlmodul 3 Gebläse 27 aufweist, mit denen die Kühlleistung des Kühlmoduls 3 erhöht werden kann. Die Gebläse 27 erzeugen einen Luftstrom, der an der Außenseite eines figürlich nicht dargestellten Wärmeaustauschregisters des Kühlmoduls 3 vorbeigeführt wird. Innerhalb des Wärmeaustauschregisters zirkuliert die Isolierflüssigkeit, wobei es zu einem Wärmeaustausch zwischen der erwärmten Isolierflüssigkeit und dem vorbeiströmenden Luftstrom kommt. Mit anderen Worten geht Wärme von der Isolierflüssigkeit in den Luftstrom über und kann so an die Außenatmosphäre abgeführt werden. Das Kühlmodul 3 ist ebenfalls in dem Gestell 25 gehalten. Wie bereits beschrieben bildet das Gestell 25 ein Ha-

35

kenteil 26 für eine Hakenverbindung mit dem Gehäuse 2 aus, so dass das Gestell 23 und somit das Kühlmodul 3 einfach an dem Gehäuse eingehakt werden kann. Zum Anheben mit einem Hubkran bildet das Haltegestell 25 ferner Hebeösen 46 aus. Darüber hinaus umfasst das Kühlmodul 3 eine Steuereinheit 47, die fest in das Kühlmodul 3 integriert ist. Die feste Verbindung vereinfacht und beschleunigt die Montage des Kühlmoduls 3 am Gehäuse 2.

10 In Figur 9 ist ferner erkennbar, dass das Kühlmodul 3 in seinem oberen Bereich ein Anschlussstück 28 ausbildet, das über ein Zwischenstück 29 mit der Rohrleitung 18 und somit mit dem Anschlussstutzen 23 des Gehäuses 2 verbunden ist. Das Anschlussstück 28 bildet einen Kühlflüssigkeitseingang des
15 Kühlmoduls 3 aus, wohingegen Rohrleitung 18 einen Kühlflüssigkeitsausgang des Gehäuses 2 bildet. In Figur 8 ist im unteren Bereich des Kühlmoduls ein Ausgangsstutzen 30 erkennbar, der einen Kühlflüssigkeitsausgang des Kühlmoduls 3 begrenzt. Über ein weiteres Zwischenstück 29 ist der Kühlflüssigkeitsausgang 30 des Kühlmoduls 3 mit einem figürlich nicht
20 dargestellten Kühlflüssigkeitseingang des Gehäuses 2 in dessen unteren Bereich verbunden, so dass es zu einer Zirkulation von Isolierflüssigkeit über das Kühlmodul 3 kommen kann. Das Anschlussstück 28, die Rohrleitung 18, der Ausgangsstutzen 30 und der nicht dargestellte Kühlflüssigkeitseingang des
25 Gehäuses 2 sind jeweils mit einem Schließventil 44 ausgerüstet, mit dem der jeweilige Aus- bzw. Eingang fluiddicht verschlossen werden kann.

30 Aus den Figuren 8 und 9 ist ebenfalls erkennbar, dass das gezeigte Kühlmodul 3 in zwei Teile aufgespalten ist, aus diesem Grunde ist das Anschlussstück 28 mit einer sich in Querrichtung erstreckenden oberen Sammelleitung 31 verbunden, die wiederum mit zwei Rohrleitungen 32 und 33 in Verbindung
35 steht, so dass die Kühlung auf zwei Kühlstränge aufgeteilt werden kann. Unterhalb der Gebläse 27 ist eine untere Sammelleitung 34 in Figur 8 erkennbar, die die beiden Isolier-

flüssigkeitsströme vereinigt und dem Ausgangsstutzen 30 zu-
führt.

Figur 9 zeigt das Kühlmodul 3 von oben, wobei es mittels ei-
5 ner Hakenverbindung fest mit dem Gehäuse 2 verhakt ist. Dabei
ist es in dem Haltegestell 25 angeordnet.

Das Zwischenstück 29 ist in Figur 10 im Detail verdeutlicht.
Es ist erkennbar, dass das Zwischenstück 29 winklig ausgebil-
10 det ist. Es ist im Inneren hohl oder rohrförmig und begrenzt
einen Verbindungskanal, der mit einem Entlüftungsanschluss 34
entlüftet werden kann. Am Entlüftungsanschluss 34 kann bei-
spielsweise eine Schlauchverbindung aufgesetzt werden, die
mit einer zweckmäßigen Vakuumpumpe verbunden ist, so dass der
15 Verbindungskanal des Zwischenstücks 29, der sich zwischen den
Schließventilen der Rohrleitung 18 bzw. des Anschlussstück 28
erstreckt, entlüftet werden kann. Nach dem Anlegen des Vaku-
ums können die Schließventile geöffnet werden, wobei eine
Verunreinigung der Isolierflüssigkeit durch Luft und oder
20 Wassereinschlüsse vermieden ist. Das Zwischenstück 29 ist
ferner mit einer Ablassöffnung 45 ausgerüstet, um Isolier-
flüssigkeit vor der Demontage aus dem Verbindungskanal abzu-
führen.

25 Figur 11 zeigt die Montage des Hilfsstrommoduls 5 am Gehäuse
2 mittels einer mechanischen Verbindungseinheit 42. Über eine
figürlich nicht dargestellte elektrische Verbindung ist das
Hilfsstrommodul 5 mit einer Anzapfung einer Ausgleichs- oder
Tertiärwicklung des Gehäuses 2 verbunden, so dass auf diese
30 Weise bei Betrieb des jeweiligen einphasigen Transformators 1
eine Spannung am Eingang des Hilfsstrommoduls 5 anliegt. Das
Hilfsstrommodul 5 weist einen figürlich nicht dargestellten
Hilfstransformator auf, der mit seiner Oberspannungswicklung
mit dem Eingang Hilfsstrommoduls 5 verbunden ist und der aus-
35 gangsseitig eine Versorgungsspannung bereitstellt, die bei-
spielsweise zum Antrieb der Gebläse 27 des Kühlmoduls 5 ver-
wendet werden kann. Hierzu ist das Hilfsstrommodul 5 mit dem

Kühlmodul über nicht gezeigte elektrische Verbindungsleitungen verbunden.

Die Verbindungseinheit 42 ist eine lösbare mechanische Verbindung, die es ermöglicht, das Hilfsstrommodul 5 einfach, schnell und sicher mit dem Gehäuse 2 zu verbinden. Hier kommt beispielsweise eine Steck-, Klemm-, Haken-, Flansch- oder sonstige Verbindung in Betracht.

Die Figuren 12 bis 17 verdeutlichen die Flexibilität der erfindungsgemäßen Anordnung 18 und zeigen insbesondere auf, dass die Anordnung 18 variabel in unterschiedlichen Spannungsebenen eingesetzt werden kann. In Figur 12 ist das Gehäuse 2 mit allen einsteckbaren Hochspannungsdurchführungen 6, 7 und 8, wie in Figur 1 gezeigt, verdeutlicht. Darüber hinaus ist ein redundant ausgeführter Kabelanschluss 35 erkennbar, der den Anschluss zweier Kabelleiter ermöglicht. Darüber hinaus ist erkennbar, dass das Gehäuse 2 eine Ausgangseinstellöffnung 22 sowie eine Eingangseinstellöffnung 36 aufweist. Sowohl die Eingangseinstellöffnung 36 als auch die Ausgangseinstellöffnung 22 sind durch einen Deckel fluiddicht verschlossen.

In Figur 13 ist der Blick in die Eingangseinstellöffnung 36 frei, so dass die dieser zugewandte Auswahleinrichtung 37 erkennbar wird. Die Auswahleinrichtung 37 weist Spannungsanschlüsse 38, 39 und 40 auf. Mit Hilfe eines U-förmigen Stellleiters 41 sind zwei der Spannungsanschlüsse 38 und 39 miteinander verbunden. Durch diese Einstellung ist die Oberspannungswicklung des Transformators 1 mit der Durchführungssteckbuchse 10 der Hochspannungsdurchführung 6 verbunden und somit für eine Eingangsspannung von 345 kV ertüchtigt. Die Ausgabe einer Spannung von beispielsweise 138 kV erfolgt an der Hochspannungsdurchführung 8. Die Hochspannungsdurchführung 7 kann bei der so eingestellten Betriebsart entfallen.

Figur 16 verdeutlicht die Ausführung des Gehäuses 2 mit Kühlmodul 5, Ausdehnungsgefäß 4 sowie den beiden Hochspannungs-

durchführungen 6 und 7, die sich bei einer Eingangseinstellung nach Figur 13 ergibt.

Die Figur 14 verdeutlicht einen Blick in die Eingangseinstellöffnung 22, wobei wiederum eine Auswahleinrichtung 37
5 erkennbar ist mit ihren drei Spannungsanschlüssen 38, 39 und 40. In Figur 14 verbindet der Verbindungsleiter 41 die Spannungsanschlüsse 38 und 39, so dass die Spannungsausgabe an der Hochspannungsdurchführung 8 erfolgt. In Figur 15 ist eine
10 Stellung gezeigt, in der der Verbindungsleiter 41 die Anschlüsse 39 und 40 miteinander verbindet. In der so gezeigten Stellung fällt die Spannung am Kabelanschluss 35 ab, so dass auch die Hochspannungsdurchführung 8 entfallen kann.

15 In Figur 17 ist eine Konfiguration des Transformators 1 gezeigt, in welcher der Verbindungsleiter 41 der Auswahleinrichtung 22 die Spannungsanschlüsse 39 und 40 verbindet. In dieser Einstellung ist der Transformator für Oberspannungen von 230kV eingerichtet, wobei an der Hochspannungsdurchführung 8 oder am Kabelanschluss eine Spannung von 115 kV abgegriffen werden können.
20

Patentansprüche

1. Anordnung (18) zum Ersatz eines mehrphasigen Transformators (14) mit mehreren einphasigen Transformatoren (1), die
5 jeweils
- ein mit einer Isolierflüssigkeit befülltes Gehäuse (2),
in dem ein Kern mit einer Ober- und einer Unterspannungswicklung angeordnet ist,
 - wenigstens eine Durchführungssteckbuchse (10), die über
10 eine sich innerhalb des Gehäuses (2) erstreckende Wicklungsanschlussleitung mit der Ober- oder Unterspannungswicklung verbunden ist,
 - wenigstens eine Hochspannungsdurchführung (6,7,8), die in
die Durchführungssteckbuchse (10) einsteckbar ist, und
15 - ein lösbar mit dem Gehäuse (2) verbindbares und mit Isolierflüssigkeit befülltes Kühlmodul (3) zum Kühlen der Isolierflüssigkeit aufweisen.

2. Anordnung (18) nach Anspruch 1,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
sowohl das Gehäuse (2) als auch das Kühlmodul (3) jeweils wenigstens einen Kühlungsflüssigkeitseingang (28) und wenigstens einen Kühlflüssigkeitsausgang (18) aufweisen, die zum Austausch von Isolierflüssigkeit miteinander verbindbar sind,
25 wobei jeder Kühlflüssigkeitsausgang (18) und jeder Kühlflüssigkeitseingang (28) mit einem fluiddichten Schließventil ausgerüstet ist.

3. Anordnung (18) nach Anspruch 2,
30 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
ein Zwischenstück (28) zur fluiddichten Verbindung von Kühlflüssigkeitsausgang (18) und Kühlflüssigkeitseingang (28),
wobei das Zwischenstück (29) einen Verbindungskanal begrenzt
und eine Entlüftungsöffnung (34) zum Entlüften des Verbindungskanals aufweist.
35

4. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t, d u r c h

ein mit dem Gehäuse (2) über einen Anschluss (24) zum Austausch von Isolierflüssigkeit verbindbares Ausdehnungsgefäß (4), das auf einem separaten Haltegestell (25) angeordnet ist.

5

5. Anordnung (18) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Haltegestell (25) zum Halten des Ausdehnungsgefäßes (4) oberhalb des am Gehäuse (2) lösbar befestigten Kühlmoduls (3) eingerichtet ist.

10

6. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder einphasige Transformator (1) mit einem Hilfsstrommodul (5) verbindbar ist, in dem ein Hilfstransformator zum Erzeugen einer Versorgungsenergie angeordnet ist.

15

7. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens drei Durchführungssteckbuchsen (10) vorgesehen sind.

20

8. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Wicklungsanschlussleitung mit einem Stromwandler ausgerüstet ist.

25

9. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmodul (3) mit einem Gebläse (17) ausgerüstet und mit dem Hilfsstrommodul (5) verbindbar ist.

30

10. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Gehäuse (2) wenigstens eine verschließbare Einstellöffnung (22,36) ausgebildet ist, die Zugang zu einer im dem Gehäuse (2) angeordneten Auswahleinrichtung (36,42) gewährt, wobei die Auswahleinrichtung (36,22) mehrere Spannungsan-

35

schlüsse (38,39,40) ausbildet, die jeweils mit einer zugeordneten Durchführungssteckbuchse (10), einem Kabelausgang (35) oder einer Wicklung verbunden sind, wobei zwei der Spannungsanschlüsse (38,39,40) über eine Umschalteinheit (41) wahlweise miteinander verbindbar sind.

11. Anordnung (18) nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
eine Eingangseinstellöffnung (36) und eine Ausgangseinstell-
10 öffnung (22) vorgesehen sind, wobei die der Eingangseinstell-
öffnung (36) zugewandte Auswahleinrichtung (37) mit der Ober-
spannungswicklung sowie wenigstens zwei Durchführungssteck-
buchsen (10) und die der Ausgangseinstellöffnung (22) zuge-
wandte Auswahleinrichtung (38) mit der Unterspannungswick-
15 lung, wenigstens einer Durchführungssteckbuchsen (10) und ei-
nem oder jedem Kabelausgang (35) verbunden ist.

12. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
20 jede Hochspannungsdurchführung (6,7,8) zur Montage an dem Ge-
häuse (2) mit einem Befestigungsanschluss (11) ausgerüstet
ist, von dem sich ein Säulenabschnitt (12) erstreckt, der an
seinem freien von dem Befestigungsanschluss abgewandten Ende
einen Hochspannungsanschluss (13) ausbildet, wobei der Säu-
25 lenabschnitt (12) eine Länge von wenigstens drei Metern auf-
weist.

13. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
30 wenigstens ein Kabelanschluss (35) zum Anschluss eines Kabel-
leiters vorgesehen ist.

14. Anordnung (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
35 eine Außenwandung der Anordnung (18) zumindest abschnittswei-
se durchschusshemmenden ausgebildet ist.

15. Anordnung (18) nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Außenwandung aus einem durchschusshemmenden Werkstoff mit
einer Zugfestigkeit von größer als 1000 MPa besteht.

5 16. Anordnung (18) nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Außenwandung eine außenliegende Wand und eine innenlie-
gende Wand umfasst, zwischen denen ein Dämpfungsmittel ange-
ordnet ist.

10

17. Anordnung (18) nach Anspruch 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
das Dämpfungsmittel eine Flüssigkeit oder ein Trockenschaum
ist.

15

18. Verfahren zum Ersetzen eines mehrphasigen Transformators
(14), bei dem eine der Anzahl der Phasen des mehrphasigen
Transformators (14) entsprechende Anzahl einphasiger Trans-
formatorgehäuse (2) in der Nähe des mehrphasigen Transforma-
20 tors (14) aufgestellt, die Wicklungen der einphasigen Trans-
formatorgehäuse (2) miteinander verschaltet, die Transforma-
torgehäuse (2) mit einem Kühlmodul (3) und einem Ausdehnungs-
gefäß (4) verbunden, Hochspannungsdurchführungen in Durchfüh-
rungssteckbuchsen (6,7,8) des Transformatorgehäuses (2) mon-
25 tiert und die Hochspannungsdurchführungen (6,7,8) an ihren
Anschluss (13) mit einem Versorgungsnetz (16) und einer Last
(17) verbunden werden.

30

FIG 1

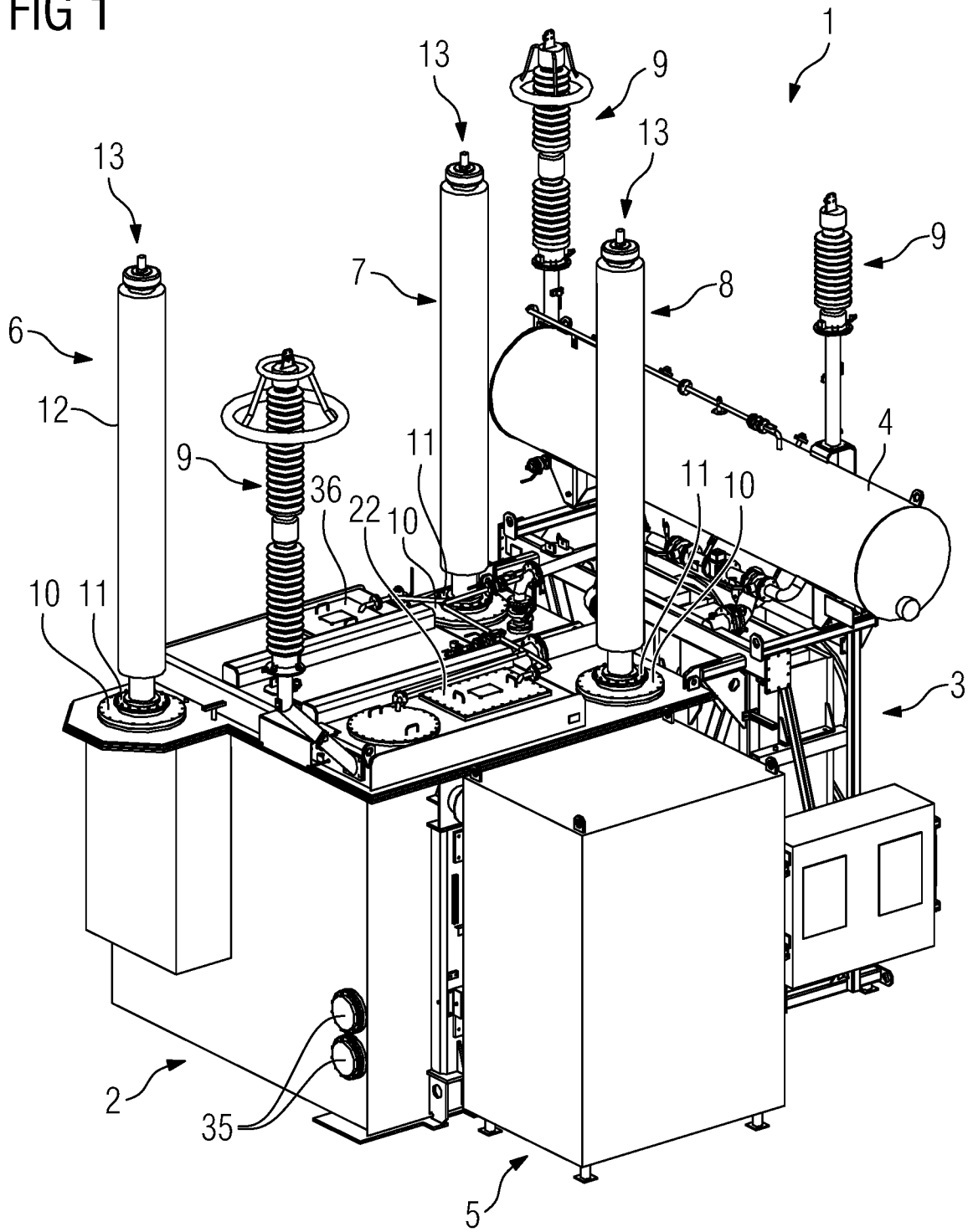


FIG 2

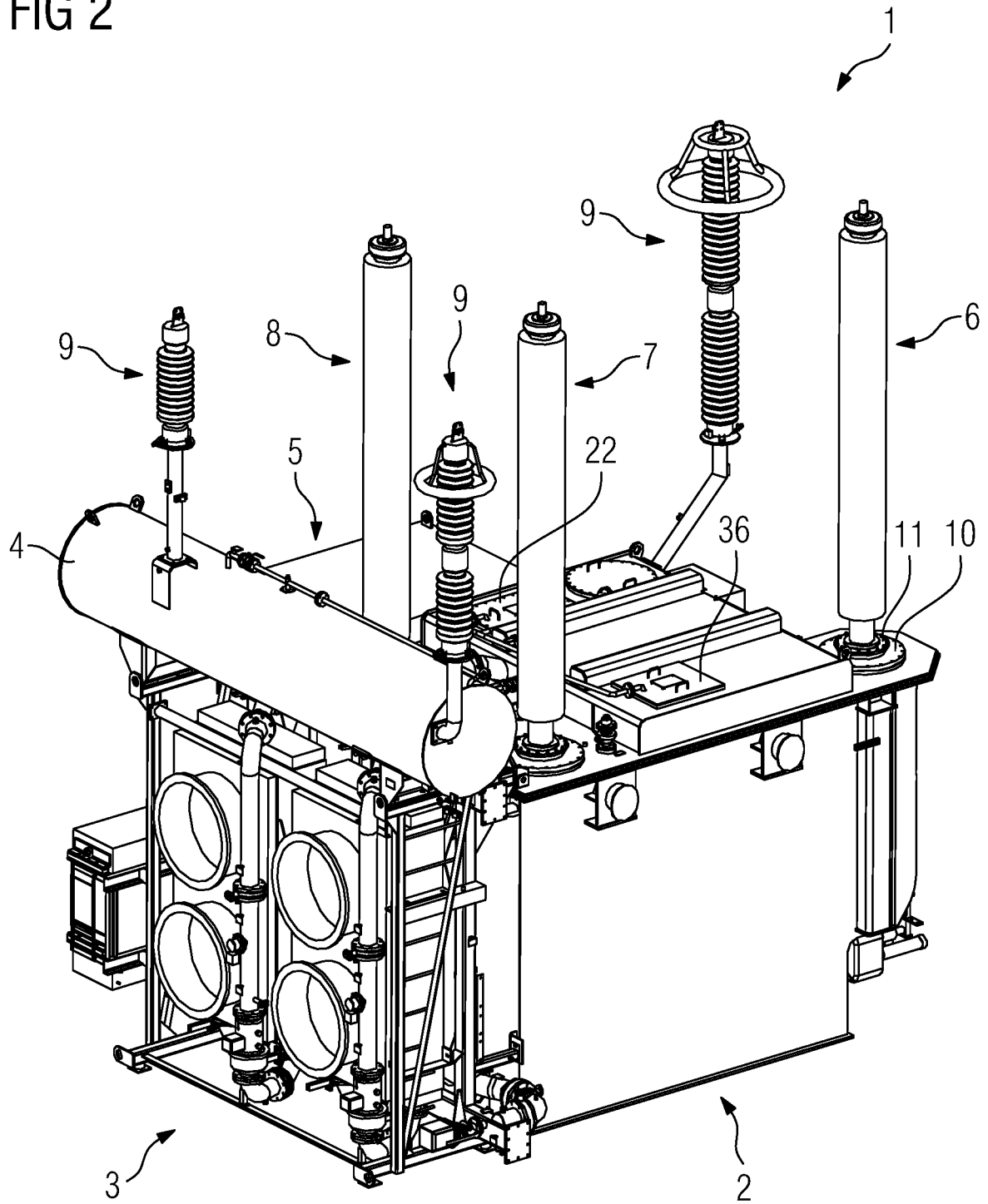


FIG 3

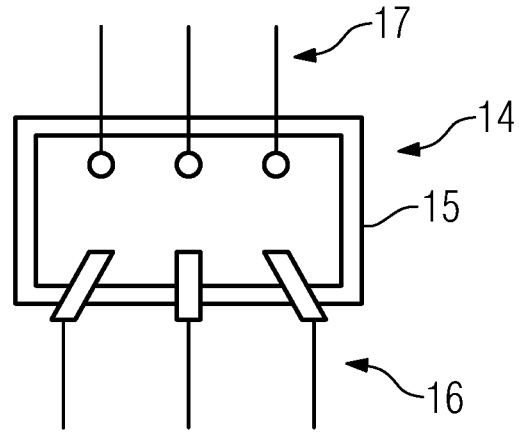


FIG 4

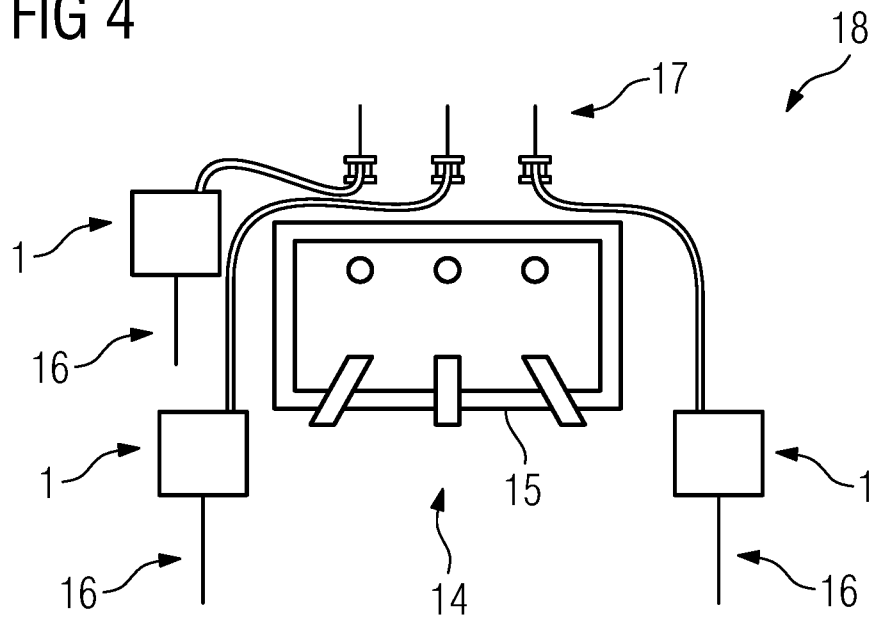


FIG 5

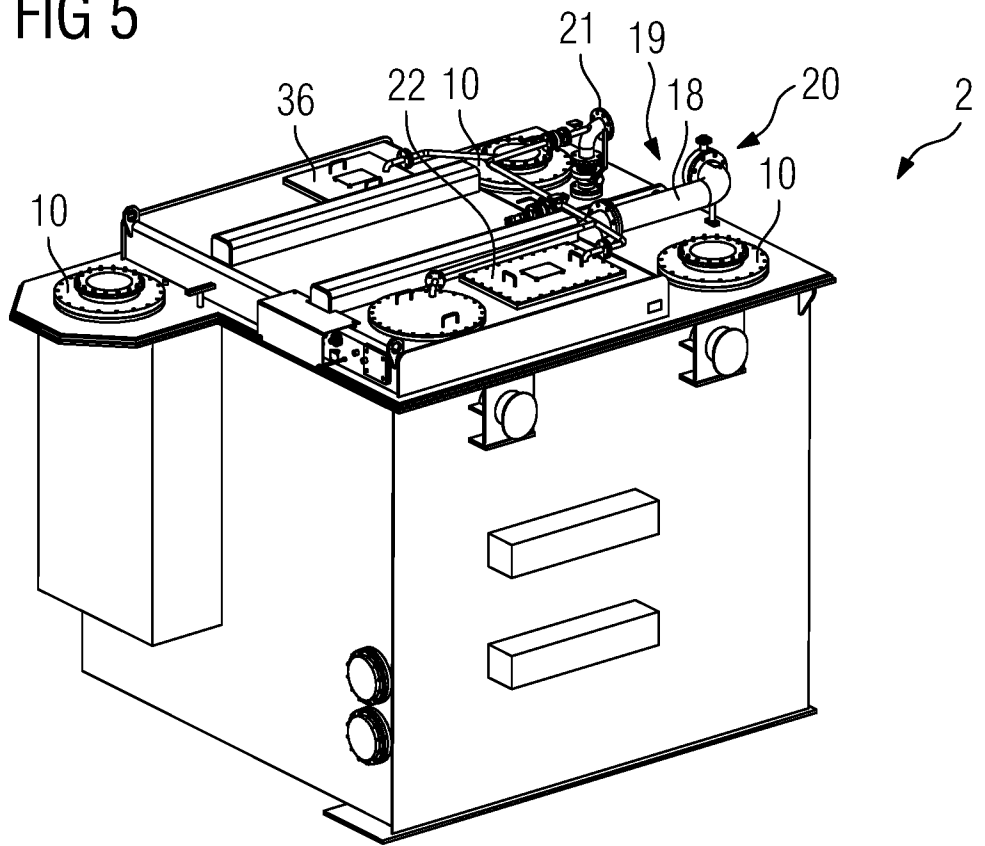


FIG 6

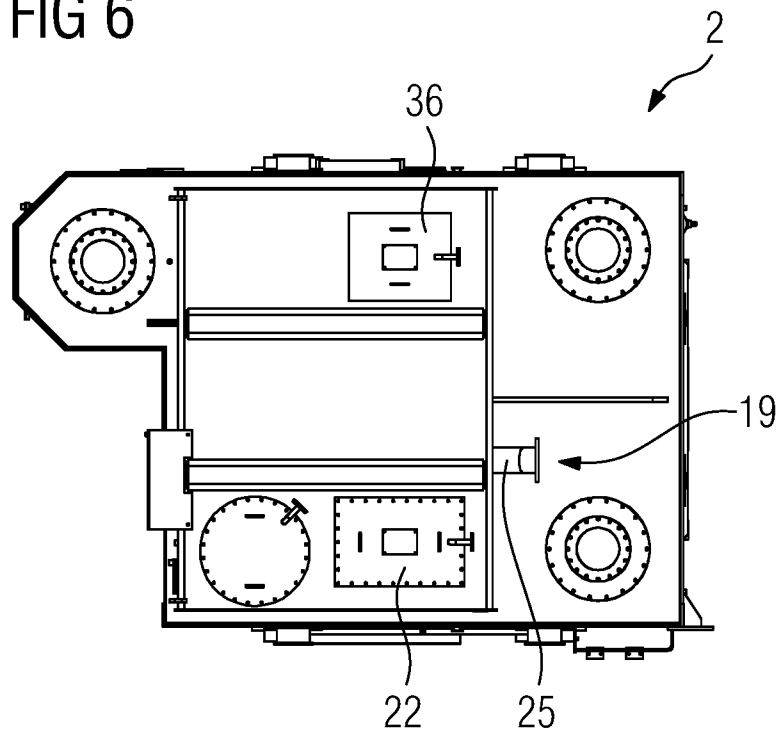


FIG 7

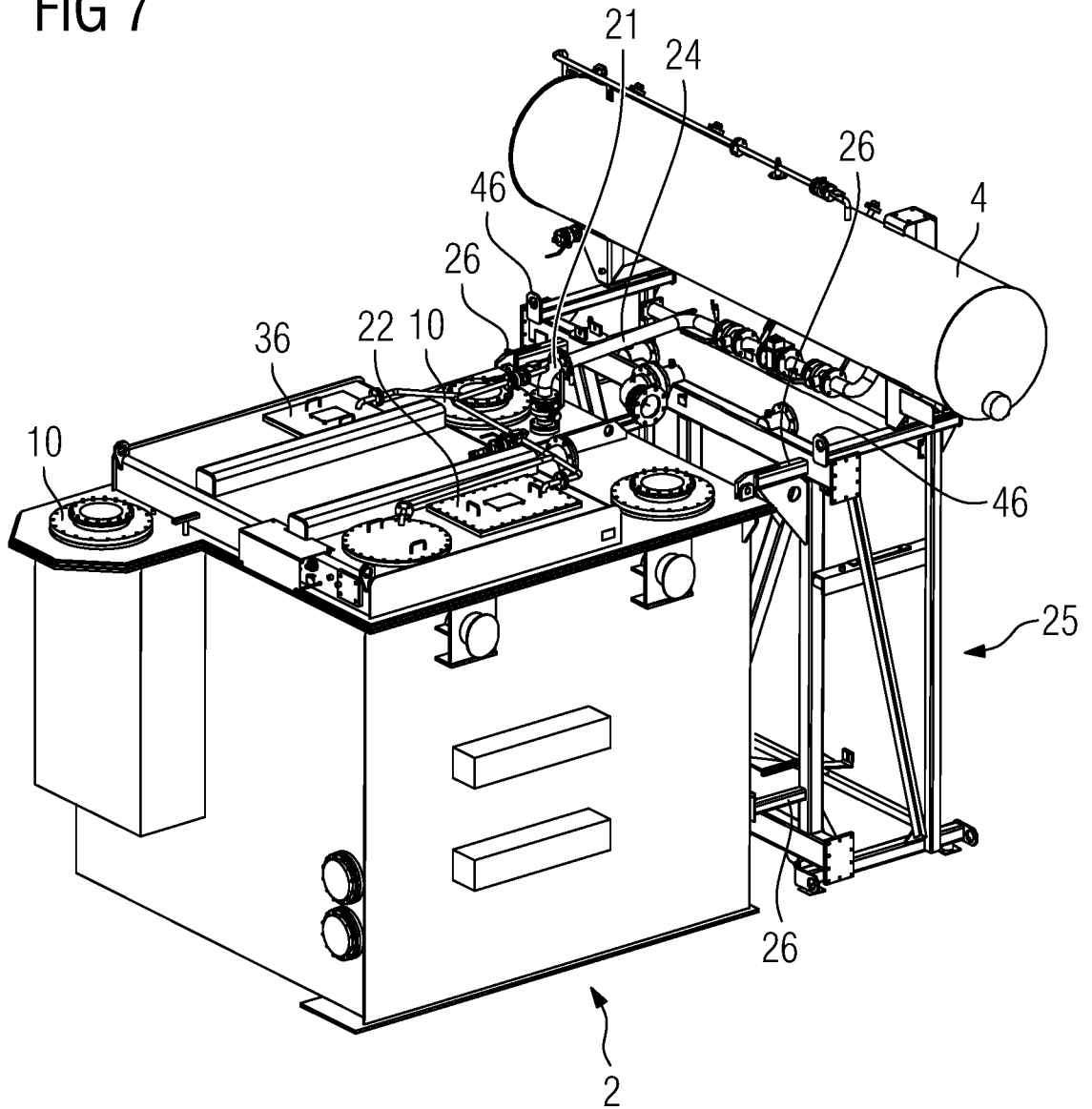


FIG 8

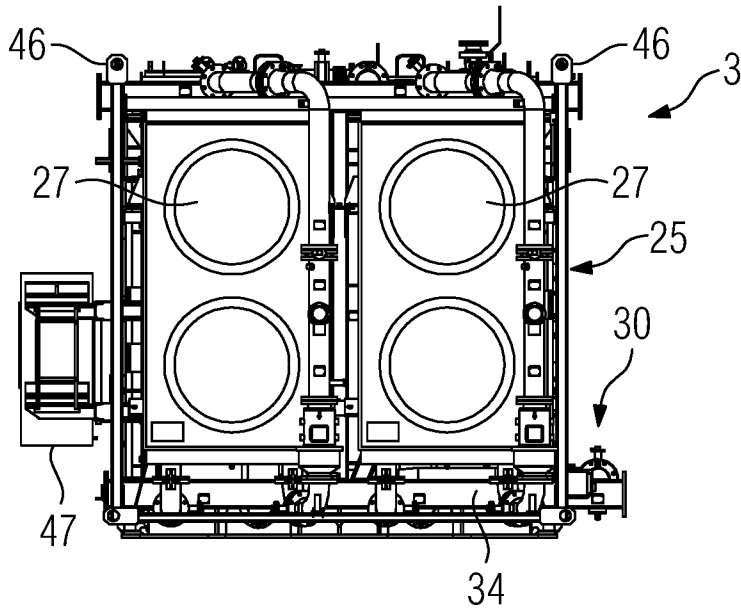


FIG 9

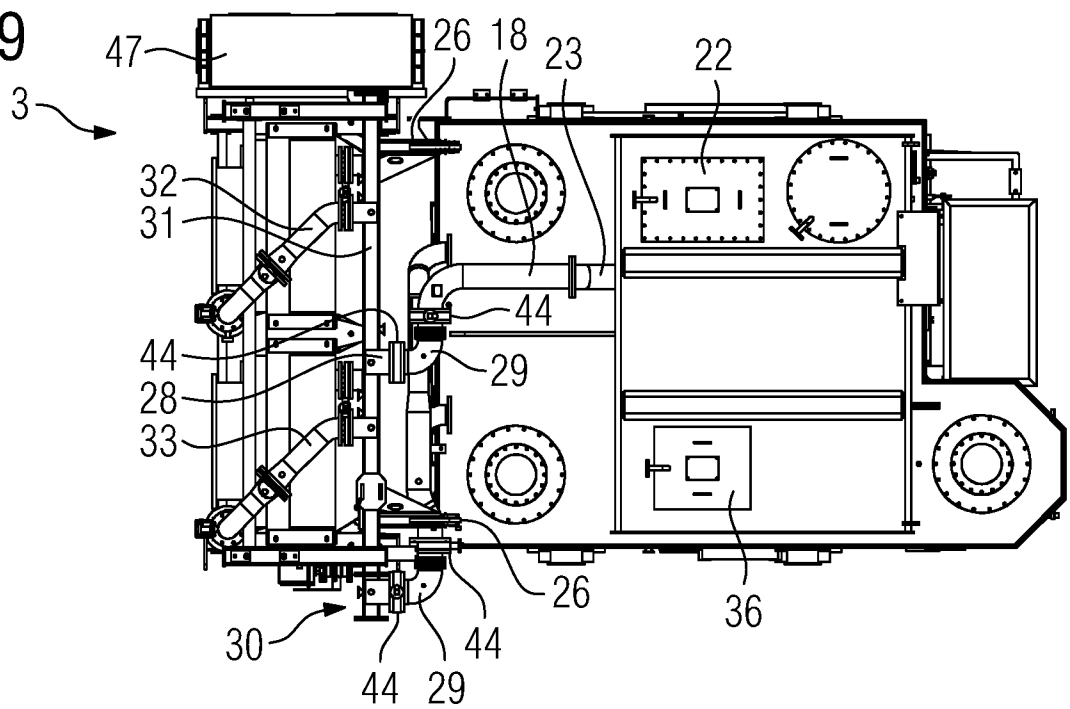


FIG 10

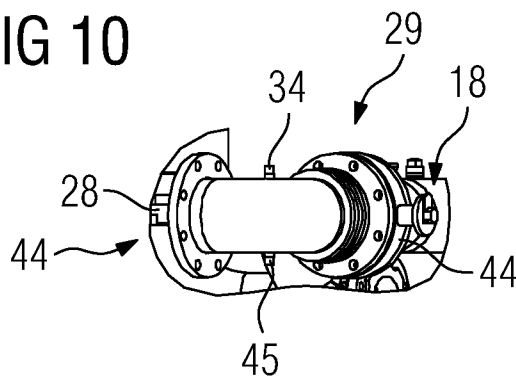


FIG 11

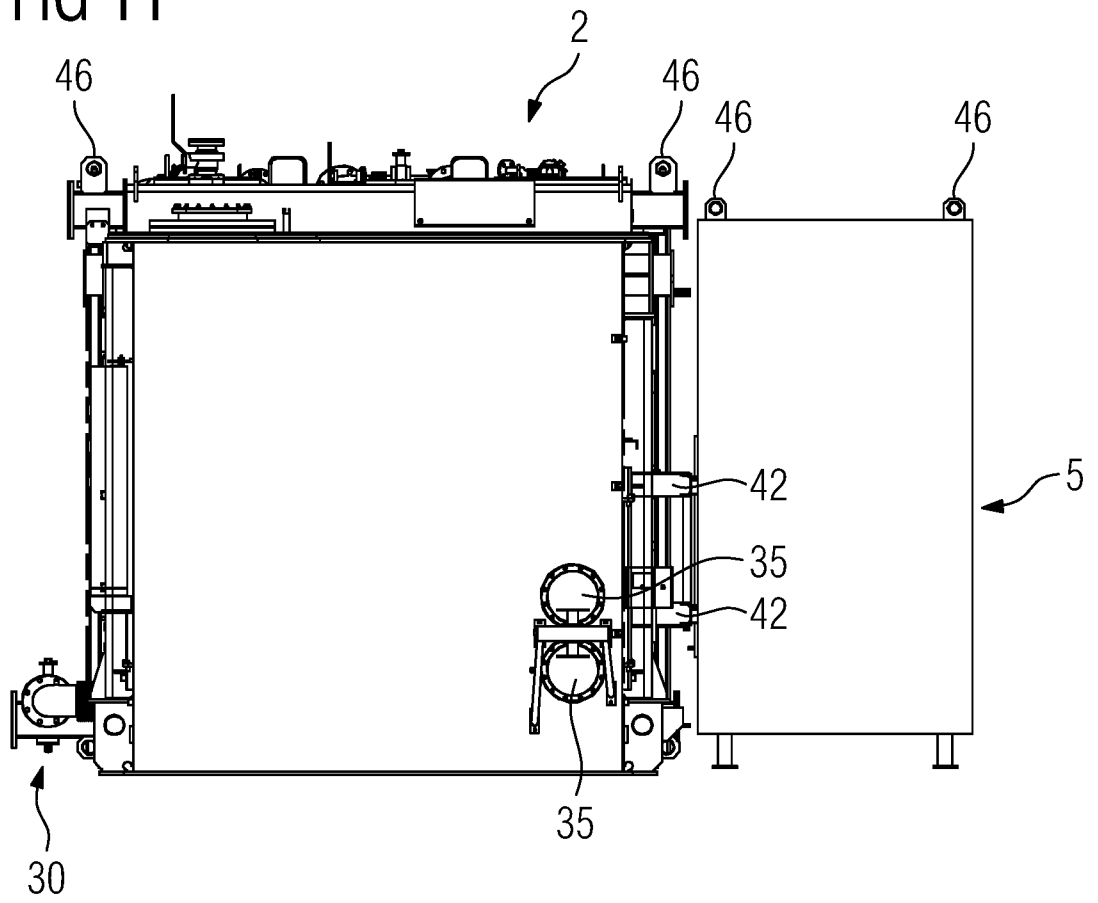


FIG 12

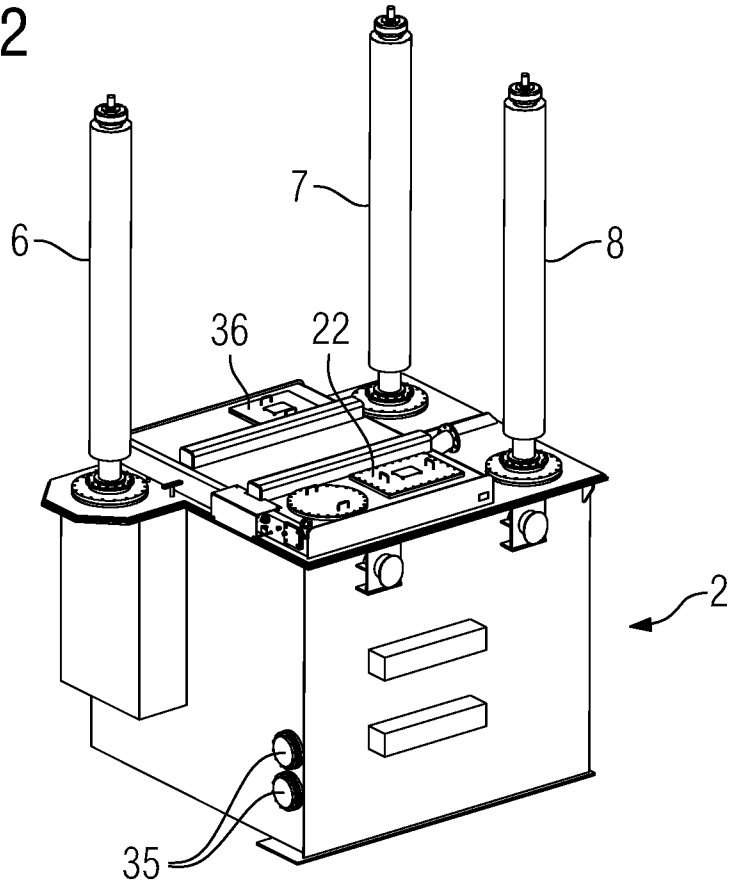


FIG 13

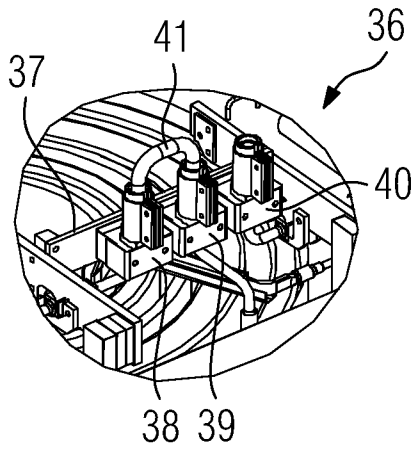


FIG 14

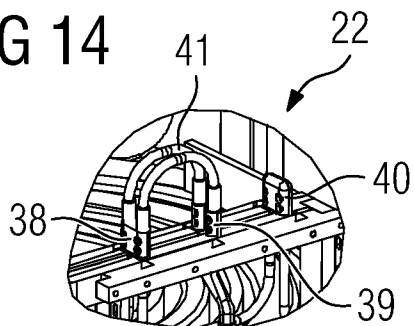


FIG 15

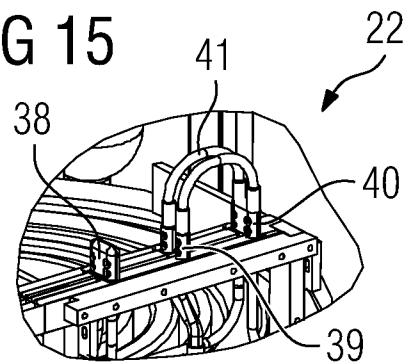


FIG 16

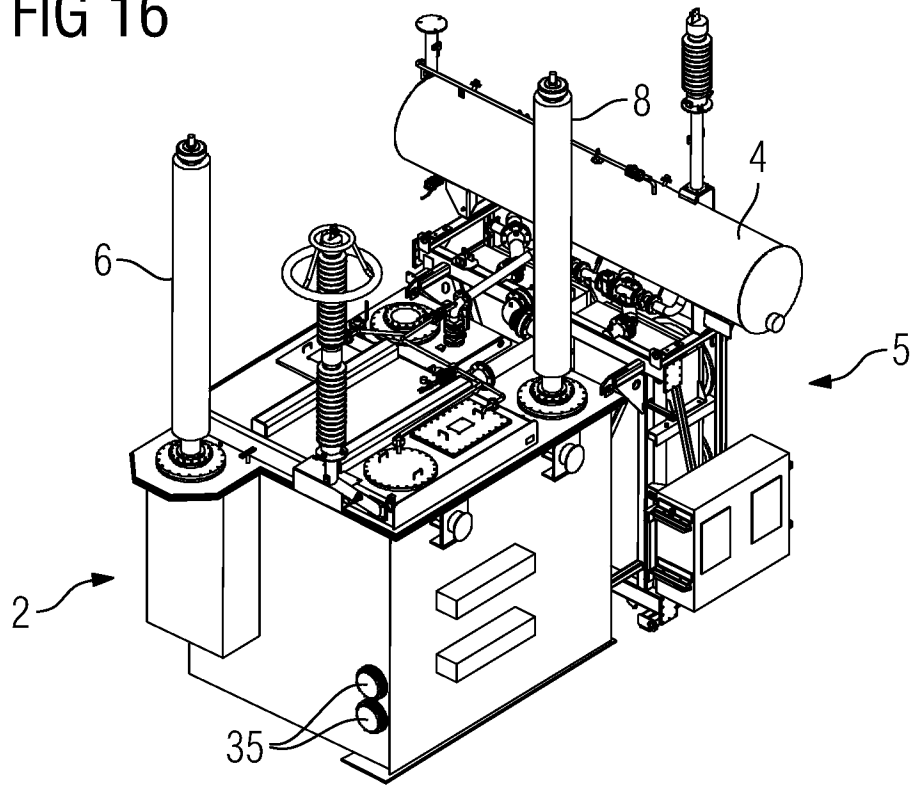


FIG 17

