



(11)

EP 2 189 990 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2011 Patentblatt 2011/46

(51) Int Cl.:
H01F 5/04 (2006.01) H01F 29/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08020348.2**

(22) Anmeldetag: **22.11.2008**

(54) Einphasen-Wicklungsmodul und Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen

Single phase winding module and arrangement of single phase winding modules

Module d'enroulement à phase unique et arrangement de modules d'enroulement à phase unique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(73) Patentinhaber: **ABB Technology AG
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Weber, Benjamin
59955 Winterberg (DE)**

(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al
ABB AG
GF-IP
Wallstadter Strasse 59
68526 Ladenburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 973 126 DE-U- 1 971 623
GB-A- 2 337 863**

EP 2 189 990 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einphasen-Wicklungsmodul mit wenigstens einer ersten elektrischen Wicklung, welche zwei Wicklungsenden aufweist, und mit mehreren elektrischen Anschlussvorrichtungen. Die Erfindung betrifft zudem eine Anordnung von erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmodulen.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass in elektrischen Energieversorgungsnetzen Transformatoren zum Einsatz kommen. Deren Aufgabe besteht darin, Netzbereiche mit verschiedenen Spannungsebenen elektrisch miteinander zu koppeln. Für die Übertragung über längere Strecken sind hierbei höhere Spannungen, beispielsweise 10kV oder 110kV geeignet, weil die elektrischen Übertragungsverluste aufgrund des geringeren Stromflusses reduziert werden.

[0003] Elektrische Energieversorgungsnetze sind üblicher Weise als Drehstromnetze ausgeführt, d.h. als ein System von drei Einzeileitern, wobei Strom- und Spannung bei einer symmetrischen Netzbelastung zwischen den jeweiligen Leitern um jeweils 120° gegeneinander verschoben sind.

[0004] Folglich sind Transformatoren in derartigen Drehstromnetzen ebenfalls dreiphasig, d.h. mit wenigstens drei Wicklungen, auszuführen, wobei aber auch dreiphasige Wicklungen beziehungsweise Induktivitäten zum Einsatz kommen, beispielsweise zur Kompensation von elektrischer Blindleistung. Es besteht einerseits die Möglichkeit, die Wicklungen auf einem gemeinsamen Transformatorkern anzuordnen oder andererseits drei einphasige Transformatoren bzw. Wicklungsmodule zu einer dreiphasigen Transformatorbank zu verschalten. Je nach Randbedingungen und Anforderungen im Netz erfolgt unterspannungsseitig beispielsweise eine Dreieckschaltung der Transformatorwicklungen und oberspannungsseitig eine Stemschaltung mit gemeinsamen Mittelleiter.

[0005] Aus der EP 1973126 A wie auch aus der DE 1971623 U sind jeweils anpassbare Spulen für die Primärspannung beziehungsweise eine Schaltleiste zur Herstellung einer Dreieckschaltung eines Transformators bekannt geworden

[0006] Aus Kostenersparnisgründen sind Einphasen-Wicklungsmodule bevorzugt baugleich auszuführen. Die Verschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen zu einer derartigen Transformatorbank wird üblicherweise durch externe Verbindungen vorgenommen, beispielsweise mittels Kupferstäben oder Kabeln, wobei die Verschaltung in die gewünschte Schaltgruppe ein platzaufwändiges Kreuzen bzw. Vertauschen der Verbindungsleiter erfordert.

[0007] Nachteilig an der Verschaltung von bisherigen gleichartigen Einphasen-Wicklungsmodulen in eine Stern- bzw. Dreieckschaltung ist insbesondere der erforderliche hohe Aufwand bei der Zusammenschaltung, wobei zudem ein Risiko von irrtümlichen Fehlverschaltungen gegeben ist.

[0008] In der GB 2337863 A sind ein Verfahren und Mittel zur Bildung einer gewünschten Wicklungskonfiguration beschrieben, wobei die jeweilige Wicklung aus wenigen Windungen besteht, die auf einem Substrat (Leiterplatte) platziert ist und deren Anschlussleiter jeweils benachbart zu beiderseits auf der Leiterplatte vorgesehenen Anschlußflächen angeordnet sind.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Einphasen-Wicklungsmodul bereitzustellen, welches sich besonders einfach zu einer dreiphasigen Wicklung verschalten lässt. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, eine diesbezügliche Anordnung von derartigen Einphasen-Wicklungsmodulen anzugeben.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Einphasen-Wicklungsmodul mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0011] Demgemäß kennzeichnet sich das erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodul dadurch, dass wenigstens je drei elektrische Anschlussvorrichtungen in einer ersten Anschlussgruppe und wenigstens je drei Anschlussvorrichtungen in einer zugeordneten zweiten Anschlussgruppe angeordnet sind, dass zwischen jeder Anschlussvorrichtung der ersten Anschlussgruppe und jeder Anschlussvorrichtungen der zweiten Anschlussgruppe jeweils eine elektrische Verbindung besteht, wodurch jeweils ein Anschlussvorrichtungspaar gebildet ist, dass die Anordnung der Anschlussvorrichtungen dieser Anschlussvorrichtungspaare zyklisch gegeneinander vertauscht ist und dass die erste Wicklung mit dem ersten ihrer beiden Wicklungsenden mit einem dieser Anschlussvorrichtungspaare verbunden ist und mit ihrem zweiten Ende mit einem weiteren Anschlussvorrichtungspaar.

[0012] Vorzugsweise sind drei Einphasen-Wicklungsmodule miteinander verschaltet, was genau der Anzahl an Phasen in einem Drehstromnetz entspricht. Die Verschaltung wird idealerweise so realisiert, dass die zweite Anschlussgruppe eines ersten Moduls mit der ersten Anschlussgruppe eines benachbarten weiteren vorzugsweise baugleichen Moduls verbunden ist, wobei hierbei eine Kreuzung bzw. Vertauschung der Verbindungsleiter aufgrund der bereits innerhalb des Einphasen-Wicklungsmoduls erfolgten zyklischen Vertauschung vermieden ist.

[0013] Aufgrund der zyklischen Vertauschung der Anordnung der Anschlussvorrichtungspaare ist bei drei derart verschalteten Einphasen-Wicklungsmodulen jede elektrische Phase des verbundenen Drehstromnetzes in jedem Einphasen-Wicklungsmodul anders geführt. Jede wenigstens eine erste Wicklung jedes Einphasen-Wicklungsmoduls ist somit mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einer unterschiedlichen elektrischen Phase verbunden. Damit ist eine dreiphasige Verschaltung der Einphasen-Wicklungsmodule gegeben.

[0014] Durch Bildung von Anschlusspaaren und die Integration einer zyklischen Vertauschung der elektrischen Verbindung als Teil des Einphasen-Wicklungsmoduls

werden der Aufwand für die jeweilige externe Verschaltung vorteilhaft verringert und Fehlerquellen bei der Installation reduziert. Bei einer erfindungsgemäßen Verschaltung sind nämlich alle Verbindungselemente zwischen den Modulen - wie beispielsweise Kabel oder Metallschienen - kreuzungsfrei geführt.

[0015] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist das weitere Anschlussvorrichtungspaar, mit dem die erste Wicklung mit ihrem zweiten Wicklungsende verbunden ist, ein weiteres der wenigstens drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare, so dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Dreieckschaltung dieser Wicklungen ergibt.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weisen die erste und zweite Anschlussgruppe jeweils eine vierte Anschlussvorrichtung auf, wobei diese vierten Anschlussvorrichtungen ohne zyklische Vertauschung elektrisch miteinander verbunden sind. Das so gebildete vierte Anschlussvorrichtungspaar ist jeweils mit dem zweiten Ende der ersten Wicklung verbunden.

[0017] In vorteilhafter Weise ist so eine Sternschaltung der jeweils wenigstens einen ersten Wicklungen dreier miteinander verschalteter erfindungsgemäßer Einphasen-Wicklungsmodule realisiert.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist die geometrische Anordnung der Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe ähnlich der geometrischen Anordnung der Anschlussvorrichtungen der zweiten Anschlussgruppe.

[0019] Durch eine derartige ähnliche Ausgestaltung, beispielsweise längs einer Linie oder in einem winkelseitigen Dreieck, ist die Anordnung von Verbindungselementen zwischen einer ersten Anschlussgruppe eines ersten Moduls und einer gegenüberliegenden zweiten Anschlussgruppe eines zweiten Moduls weiter vereinfacht.

[0020] Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere baugleiche aneinandergrenzende Einphasen-Wicklungsmodule derart anordenbar, dass sich die Anschlussvorrichtungen von ersten und zweiten Anschlussgruppen benachbarter Module jeweils einander genau gegenüber befinden.

[0021] Die Verbindungselemente zwischen benachbarten Modulen sind demgemäß in diesem Fall alle parallel zueinander anzuordnen wodurch eine Fehlverschaltung bei der Montage praktisch ausgeschlossen ist. Es ist beispielsweise möglich, dass die Anschlussvorrichtungen eines Moduls jeweils als eine Vertiefung, beispielsweise in Form einer Buchse, ausgeführt sind, in welche ein formschlüssiges Verbindungselement, beispielsweise ein stabförmig ausgeformter Verbindungsleiter, einführbar ist. Nach Einfügen aller vorgesehenen Verbindungsleiter ist ein benachbartes Modul durch eine seitliche Bewegung längs der Verbindungsleiter beson-

ders einfach anzuschließen. Durch die Baugleichheit der jeweiligen Einphasen-Wicklungsmodule sind deren Herstellungskosten zudem vorteilhaft gesenkt.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die einander gegenüber befindlichen Anschlussvorrichtungen der ersten und der zweiten Anschlussgruppen von benachbarten Einphasen-Wicklungsmodulen direkt miteinander durch Steckverbindungen verbindbar, wobei zusätzliche Verbindungselemente vorteilhaft vermieden sind. In diesem Fall sind beispielsweise die Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe als buchsenförmige Vertiefungen ausgeformt und die entsprechenden Gegenstücke einer zweiten Anschlussgruppe eines baugleichen Moduls als dazu formschlüssig ausgeformte Stecker. Es ist aber durchaus realisierbar, die Anschlussvorrichtungen der ersten und zweiten Anschlussgruppen jeweils verschieden auszuführen.

[0023] Durch den daraus resultierenden Entfall der Verbindungselemente ist eine elektrische Verbindung von Einphasen-Wicklungsmodulen durch einfaches ineinanderschieben der den Einphasen-Wicklungsmodulen zugehörigen Verbindungselemente realisierbar und damit weiter vorteilhaft vereinfacht.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodul eine dritte und eine dieser zugeordnete vierte Anschlussgruppe sowie eine zweite elektrische Wicklung auf, wobei die erste Wicklung magnetisch mit der zweiten Wicklung gekoppelt ist, welche mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einem Anschlussvorrichtungspaar der dritten und vierten Anschlussgruppe verbunden ist. Eine magnetische Koppelung ist beispielsweise durch eine gemeinsame Anordnung von erster und zweiter Wicklung um einen magnetischen Kern, beispielsweise aus Eisen, realisiert. Dies ist dem Fachmann jedoch aus dem Transformatorbau bekannt.

[0025] Ein derartiges Einphasen-Wicklungsmodul weist somit eine Primär- und eine Sekundärwicklung auf, welche in einem bestimmten Übersetzungsverhältnis zueinander stehen und als einphasiger Transformator verwendbar sind. Die Anschlüsse der Primärwicklung sind hierbei in der ersten bzw. zweiten Anschlussgruppe herausgeführt und die Anschlüsse der Sekundärwicklung in der dritten bzw. vierten Anschlussgruppe. Es ergeben sich somit wenigstens sechs Anschlussvorrichtungspaare.

[0026] Durch eine elektrische Verbindung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule ist in vorteilhafter Weise die Funktionalität eines dreiphasigen Transformators realisiert.

[0027] Je nachdem, ob das jeweils zweite Ende der ersten bzw. zweiten Wicklung eines Einphasen-Wicklungsmoduls auf ein viertes, nicht zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungspaar oder auf ein weiteres der drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare der zugeordneten Anschlussgruppen geführt ist, sind jeweils eine Stern- bzw. Dreieckschaltung der ersten bzw. zweiten Wicklungen realisiert.

[0028] Somit lassen sich die gängigen Schaltgruppen von dreiphasigen Transformatoren durch Verschalten dreier baugleicher Einphasen-Wicklungsmodule realisieren. Die jeweilige Schaltgruppe ist durch die jeweils zu verschaltenden Einphasen-Wicklungsmodule vorgegeben. Es ist selbstverständlich auch möglich, auf diese Weise einen dreiphasigen Transformator mit einer Tertiärwicklung zu realisieren, wobei in diesem Fall noch eine fünfte und sechste Anschlussgruppe anzuordnen sind. Bei jeder Sternschaltung einer Wicklung ist vorzugsweise der verschaltete Sternpunkt durch ein jeweils viertes, nicht zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungspaar herauszuführen.

[0029] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist dieses mit einem geeigneten Isolationsmedium, beispielsweise auf Basis eines Harzes, vergossen. Derartige Harze sind sowohl als Einkomponentenharz als auch als Zweikomponentenharz mit Basismaterial und Härter verfügbar, wobei letztere Variante den Vorteil einer geringeren Aushärtungstemperatur des Harzes nach dem Verguss aufweist.

[0030] Bei einem vergossenen Einphasen-Wicklungsmodul sind vorzugsweise alle Wicklungen sowie die Verbindungen zwischen den Anschlussvorrichtungsparen von dem Isolationsmaterial umschlossen. Auch die Anschlussgruppen sind in dem Vergussmaterial verankert bzw. in dieses eingelassen, so dass eine sehr hohe mechanische Belastbarkeit eines vergossenen Moduls realisiert ist. Zudem wird die Anfälligkeit gegen Verschmutzungen vorteilhaft reduziert. Eine Anschlussgruppe kann sowohl eine Anzahl von einzelnen Anschlussvorrichtungen sein, welche ohne direkte Verbindungselemente an oder in der Oberfläche des Einphasen-Wicklungsmoduls angeordnet sind, beispielsweise durch Verguss. Ein Anschlussmodul kann aber auch eine Baugruppe mit mehreren Anschlussvorrichtungen sein, welches als Gruppe an oder in der Oberfläche des Einphasen-Wicklungsmoduls angeordnet ist.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform des Einphasen-Wicklungsmoduls sind die erste Wicklung und/oder die zweite Wicklung für eine elektrische Spannung von wenigstens 1 kV vorgesehen. Ab dieser Spannungsebene ist der Einsatz von dreiphasigen Transformatoren besonders sinnvoll und die erfindungsgemäßen Vorteile, beispielsweise der reduzierte Aufwand bei der Verschaltung von Modulen, kommt besonders zum Tragen. Selbstverständlich sind erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodule auch für höhere Spannungen vorteilhaft, beispielsweise 10kV, 110kV oder 380kV.

[0032] Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen, wobei diese nebeneinander angeordnet und über die jeweiligen Anschlussgruppen elektrisch miteinander verbunden sind. Besonders platzsparend ist die Anordnung der Module längs einer horizontalen oder vertikalen Linie.

[0033] In einer Variante der erfindungsgemäßen Anordnung sind alle Einphasen-Wicklungsmodule bau-

gleich. Dies senkt einerseits durch Synergieeffekte deren Produktionsaufwand und reduziert auch die Lagerhaltung von Ersatztransformatoren. Bei einem dreiphasigen Transformator ist zur Lagerhaltung wenigstens ein kompletter Ersatztransformator vorzuhalten, wohingegen bei der erfindungsgemäßen Anordnung die Lagerhaltung eines einzigen Einphasen-Wicklungsmoduls ausreichend ist.

[0034] In verschiedenen Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung sind Stern- und oder Dreieckschaltung der jeweiligen Wicklungen realisiert.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung werden mehr als drei, vorzugsweise aber ein ganzzahliges Vielfaches von drei, also sechs, neun, zwölf, fünfzehn etc. derartiger Einphasen-Wicklungsmodule miteinander verschaltet. Auf diese Weise lässt sich die Leistung der durch Verschaltung gebildeten Transformatorbank den jeweiligen Anforderungen anpassen, beispielsweise in Form einer Leistungssteigerung bei einem Netzausbau. Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass stets jeweils nur baugleiche Module miteinander verschaltet werden.

[0036] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0037] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0038] Es zeigen:

- Fig. 1 ein exemplarisches erstes Einphasen-Wicklungsmodul,
- Fig. 2 eine exemplarische Sternschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen,
- Fig. 2 eine exemplarische Dreieckschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen,
- Fig. 4 eine exemplarische Verschaltung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen zu einem Dreiphasen-Transformator sowie
- Fig. 5 eine exemplarische Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen

[0039] Fig. 1 zeigt ein exemplarisches quaderähnliches erstes Einphasen-Wicklungsmodul 10 mit einer ersten Anschlussgruppe 38 und einer zweiten Anschlussgruppe 40 in einer schematischen Schnittansicht. Die erste Anschlussgruppe 38 weist eine erste 14, eine zweite 16, eine dritte 18 und eine vierte 20 Anschlussvorrichtung auf, welche längs einer Linie äquidistant und parallel zueinander angeordnet sind. Die Anschlussvorrichtungen 15, 16, 18, 20 sind als stabförmige Erhebung eines leitenden Materials, beispielsweise Kupfer, ähnlich einem Stecker ausgeprägt.

[0040] Auf der gegenüberliegenden Seite des Einphasen-Wicklungsmoduls 10 sind die fünfte 22, sechste 24, siebte 26 und achte 28 Anschlussvorrichtungen der zugeordneten zweiten Anschlussgruppe 40 ebenfalls längs

einer Linie in äquidistanten Abständen angeordnet. Die erste Anschlussvorrichtung 14 ist über eine zyklisch vertauschte erste elektrische Verbindung 30 mit der sechsten Anschlussvorrichtung 24 verbunden, die zweite Anschlussvorrichtung 16 ist über eine zyklisch vertauschte dritte elektrische Verbindung 34 mit der siebten Anschlussvorrichtung 26 verbunden und die dritte Anschlussvorrichtung 18 ist über eine zyklisch vertauschte zweite elektrische Verbindung 32 mit der fünften Anschlussvorrichtung 22 verbunden. Die vierte Anschlussvorrichtung 20 ist über eine nicht-zyklisch vertauschte vierte Verbindung 36 mit der achten Anschlussvorrichtung 28 verbunden.

[0041] Die Verbindungsvorrichtungen 22, 24, 26, 28 der zweiten Anschlussgruppe sind jeweils als buchsenähnliche Vertiefung ausgeprägt, deren Innenraum formschlüssig auf die steckerähnlichen Anschlussvorrichtungen 14, 16, 18, 20 der gegenüber befindlichen ersten Anschlussgruppe 38 angepasst ist. Somit lassen sich die Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe 38 des ersten Einphasen-Wicklungsmoduls 10 in die Anschlussvorrichtungen einer zweiten Anschlussgruppe 40 eines baugleichen Einphasen-Wicklungsmoduls 10 schieben, womit dann ein direkter elektrischer Kontakt zwischen den jeweiligen Anschlussvorrichtungen [14, 16, 18, 20], [22, 24, 26, 28] hergestellt ist. Vorzugsweise enthält eine derartige Steckverbindung einen federähnlichen Mechanismus, der einen sicheren elektrischen Kontakt auch bei geringfügigen Toleranzen der jeweiligen Anschlussvorrichtungen sicherstellt.

[0042] Eine erste Wicklung 12 des ersten Einphasen-Transformators 10 ist mit ihrem ersten Ende mit dem zyklisch vertauschten ersten Anschlussvorrichtungspaar, welches aus der dritten 18 und fünften 22 Anschlussvorrichtung gebildet ist, verbunden. Das zweite Ende der Wicklung ist mit dem vierten nicht zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaar, welches aus der vierten 20 und achten 28 Anschlussvorrichtung gebildet ist, verbunden.

[0043] Fig. 2 zeigt eine exemplarische Sternschaltung von drei baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen. Mit der Bezugsziffer 112 sind drei ineinander geschobene Einphasen-Wicklungsmodule gezeigt, bei denen das jeweilige zweite Ende des Wicklungsleiters der jeweiligen Wicklungen X1, X2, X3 auf den gemeinsamen Mittelleiter N1 geführt ist. Es ist gut zu sehen, dass die Anschlussvorrichtungen der einzelnen Module ineinander greifen und so eine elektrische Verbindung zwischen den Einphasen-Wicklungsmodulen herstellen. Das entsprechende elektrische Ersatzschaltbild ist mit der Bezugsnummer 114 gekennzeichnet.

[0044] Fig. 3 zeigt in analoger Weise eine exemplarische Dreieckschaltung von drei baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen. Mit der Bezugsziffer 122 sind drei ineinander geschobene Einphasen-Wicklungsmodule gezeigt, bei denen das jeweilige zweite Ende des Wicklungsleiters der jeweiligen Wicklungen X1, X2, X3 auf ein weiteres zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungs-

paar geführt ist. Mit der Bezugsnummer 124 ist das entsprechende elektrische Ersatzschaltbild gekennzeichnet.

[0045] Fig. 4 zeigt eine exemplarische Verschaltung 50 von drei baugleichen quaderförmigen Einphasen-Wicklungsmodulen 52, 54, 56, welche längs einer nicht gezeigten Linie nebeneinander angeordnet sind, zu einem Dreiphasen-Transformator. Jedes Einphasen-Wicklungsmodul 52, 54, 56 weist auf seiner einen Seite eine erste und eine dritte Anschlussgruppe auf und auf der jeweils gegenüberliegenden Seite eine zugeordnete zweite beziehungsweise vierte Anschlussgruppe, wobei die benachbarten Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 entsprechend der Beschreibung aus Fig. 1 miteinander verschaltet sind.

[0046] Die Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 sind als vergossen anzunehmen, d.h. die aus dem magnetischen Kern, den Wicklungen und den weiteren Komponenten gebildete Kontur ist mit einem entsprechenden Harz vergossen und es ist beispielsweise eine überwiegend quaderförmige oder scheibenförmige Außenkontur gebildet.

[0047] Die ersten Wicklungen 68, 70, 72 der Einphasen-Transformatorwicklungsmodule 52, 54, 56 sind elektrisch im Dreieck geschaltet, wobei die gesamte Verschaltung mit der Bezugsnummer 58 gekennzeichnet ist. Eine Verbindung der aus den Einphasen-Transformatorwicklungsmodule 52, 54, 56 gebildeten Transformatorbank mit den ersten Drehstromleitern R1, S1, T1 erfolgt an den ersten Anschlussgruppe des in einer Randposition angeordneten zweiten Einphasen-Transformatorwicklungsmoduls 52. Exemplarisch ist die zyklische Vertauschung der durchgeschleiften Drehstromleiter im vierten Einphasen-Transformatorwicklungsmoduls 56 durch die Bezugsnummer 62 angedeutet.

[0048] Die ersten Wicklungen 68, 70, 72 der jeweiligen Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 sind über eine jeweilige magnetische Kopplung 80, 82, 84 mit der zugehörigen zweiten Wicklung 74, 76, 78 verbunden. Eine magnetische Koppelung ist beispielsweise durch eine gemeinsame Anordnung von erster 80, 82, 84 und zweiter 74, 76, 78 Wicklung um einen magnetischen Kern, beispielsweise aus Eisen, realisiert. Das Übersetzungsverhältnis zwischen jeweiliger erster und zweiter Wicklung beträgt beispielsweise 1 zu 10, wie beispielsweise für einen Transformator mit einer Nennspannung von 1 kV / 10kV benötigt wird.

[0049] Die elektrische Verschaltung der zweiten Wicklungen 74, 76, 78 ist mit der Bezugsnummer 60 angedeutet. Diese sind in Sternschaltung angeordnet, wobei jede Wicklung in diesem Fall mit einem ihrer beiden Enden auf einen gemeinsamen Mittelleiter geführt ist. Die Verbindung der Transformatorbank mit den zweiten Drehstromleitern R2, S2, T2 sowie dem Mittelleiter N2 erfolgt analog zu der Verbindung mit den ersten Drehstromleitern R1, S1, T1. Die zyklische Vertauschung von drei der vier durchgeschleiften Leiter ist wieder exemplarisch im vierten Einphasen-Wicklungsmodul 56 mit der

Bezugsnummer 64 angedeutet.

[0050] Fig. 5 zeigt eine weitere exemplarische Anordnung von drei als vergossen angenommenen, baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen 94, 96, 98 in einer dreidimensionalen Ansicht. Die Einphasen-Wicklungsmodule entsprechen im Wesentlichen den in Fig. 2 dargestellten Modulen 52, 54, 56 und sind längs einer Linie in einem Abstand angeordnet, welcher mit der Bezugsziffer 102 markiert ist.

[0051] Sieben Anschlussvorrichtungen der ersten und dritten Anschlussgruppe sind jeweils als steckerähnliche Erhebung ausgeprägt und summarisch mit der Bezugsziffer 100 gekennzeichnet. Nicht gezeigt sind die entsprechenden Gegenstücke der zweiten und vierten Anschlussgruppen auf der jeweils gegenüber liegenden Seite der Einphasen-Wicklungsmodule 94, 96, 98. Die Gegenstücke sind buchenähnlich ausgeprägt, form-schlüssig auf die steckerähnlichen Erhebungen angepasst und jeweils längs einer Linie mit den gezeigten Anschlussvorrichtungen angeordnet.

[0052] Die Einphasen-Wicklungsmodule sind durch einen Verschiebevorgang längs des mit der Bezugsziffer 102 gekennzeichneten Abstandes ineinander zu schieben, so dass bei deren aneinander grenzender Anordnung eine elektrische Verbindung gegeben ist.

[0053] Bezuaszeichenliste

10	Exemplarische erstes Einphasen-Wicklungsmodul
12	Erste Wicklung des ersten Einphasen-Wicklungsmoduls
14	Erste Anschlussvorrichtung
16	Zweite Anschlussvorrichtung
18	Dritte Anschlussvorrichtung
20	Vierte Anschlussvorrichtung
22	Fünfte Anschlussvorrichtung
24	Sechste Anschlussvorrichtung
26	Siebente Anschlussvorrichtung
28	Achte Anschlussvorrichtung
30	Erste elektrische Verbindung
32	Zweite elektrische Verbindung
34	Dritte elektrische Verbindung
36	Vierte elektrische Verbindung
38	Erste Anschlussgruppe
40	Zweite Anschlussgruppe
50	Exemplarische Verschaltung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen
52	Zweites Einphasen-Wicklungsmodul
54	Drittes Einphasen-Wicklungsmodul
56	Viertes Einphasen-Wicklungsmodul
58	Verschaltung der ersten Wicklungen der Einphasen-Wicklungsmodule in einer Dreieckschaltung
60	Verschaltung der zweiten Wicklungen der Einphasen-Wicklungsmodule in einer Sternschaltung
62	Erste zyklische Vertauschung der elektrischen Verbindungen
64	Zweite zyklische Vertauschung der elektrischen

Verbindungen

68	Erste Wicklung des zweiten Einphasen-Wicklungsmoduls
70	Erste Wicklung des dritten Einphasen-Wicklungsmoduls
72	Erste Wicklung des vierten Einphasen-Wicklungsmoduls
74	Zweite Wicklung des zweiten Einphasen-Wicklungsmoduls
76	Zweite Wicklung des dritten Einphasen-Wicklungsmoduls
78	Zweite Wicklung des vierten Einphasen-Wicklungsmoduls
80	Erste magnetische Kopplung
82	Zweite magnetische Kopplung
84	Dritte magnetische Kopplung
90	Exemplarische Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen
94	Fünftes Einphasen-Wicklungsmodul
96	Sechstes Einphasen-Wicklungsmodul
98	Siebtens Einphasen-Wicklungsmodul
100	Anschlussvorrichtungen der ersten und dritten Anschlussgruppe des sieb- ten Einphasen-Wicklungsmoduls
102	Abstand
110	Sternschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen
112	Erste Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen
114	Ersatzschaltbild für Sternschaltung
120	Dreieckschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen
122	Zweite Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen
124	Ersatzschaltbild für Dreieckschaltung
R1, S1, T1	Phasenkennzeichnung
R2, S2, T2	Phasenkennzeichnung
N1, N2	Nulleiter
X1, X2, X3	Wicklungen

Patentansprüche

1. Einphasen-Wicklungsmodul (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) mit wenigstens einer ersten elektrischen Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3), welche zwei Wicklungsenden aufweist, und mit mehreren elektrischen Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100), wobei wenigstens je drei elektrische Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18) in einer ersten Anschlussgruppe (38) und wenigstens je drei Anschlussvorrichtungen (22, 24, 26) in einer zugeordneten zweiten Anschlussgruppe (40) angeordnet sind, wobei zwischen jeder Anschlussvorrichtung (14, 16, 18) der ersten Anschlussgruppe (38) und jeder Anschlussvorrichtung (22, 24, 26) der zweiten Anschlussgruppe (40) jeweils eine elektrische Ver-

- bindung (30, 32, 34) besteht, wodurch jeweils ein Anschlussvorrichtungspaar (14, 24), (16, 26), (18, 22) gebildet ist, und die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) mit dem ersten ihrer beiden Wicklungsenden mit einem dieser Anschlussvorrichtungspaare (14, 24), (16, 26), (18, 22) verbunden sowie mit ihrem zweiten Ende mit einem weiteren Anschlussvorrichtungspaar verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung der Anschlussvorrichtungen dieser Anschlussvorrichtungspaare (14, 24), (16, 26), (18, 22) zyklisch gegeneinander vertauscht (62, 64) ist.
2. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das weitere Anschlussvorrichtungspaar, mit dem die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) mit ihrem zweiten Wicklungsende verbunden ist, ein weiteres der wenigstens drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare (14, 24), (16, 26), (18, 22) ist, so dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Dreieckschaltung (124) dieser Wicklungen ergibt.
 3. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (38) und zweite (40) Anschlussgruppe jeweils eine vierte Anschlussvorrichtung (20, 28) aufweisen, dass diese vierten Anschlussvorrichtungen (20, 28) ohne zyklische Vertauschung elektrisch miteinander verbunden (36) sind und so ein viertes Anschlussvorrichtungspaar (20, 28) gebildet ist und dass die erste Wicklung (12, 68, 70, 72) mit ihrem zweiten Wicklungsende mit diesem (20, 28) elektrisch verbunden ist, so dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Sternschaltung (114) der Wicklungen ergibt.
 4. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Anordnung der Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20) der ersten Anschlussgruppe (38) ähnlich der geometrischen Anordnung der Anschlussvorrichtungen (22, 24, 26, 28) der zweiten Anschlussgruppe (40) ist.
 5. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere baugleiche aneinandergrenzende Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) derart anordenbar sind, dass sich die Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) von ersten (38) und zweiten Anschlussgruppen (40) benachbarter Module (52, 54, 56), (94, 96, 98) jeweils einander gegenüber befinden.
 6. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander gegen-
- über befindlichen Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) der ersten (38) und einer zweiten (40) Anschlussgruppen zwecks elektrischer Verbindung miteinander durch Steckverbindungen verbindbar sind.
7. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) eine dritte und eine zugeordnete vierte Anschlussgruppe sowie eine zweite elektrische Wicklung (74, 76, 78) aufweist, wobei die jeweilige erste Wicklung (68, 70, 72) magnetisch mit der zweiten Wicklung (74, 76, 78) gekoppelt (80, 82, 84) ist und dass diese (74, 76, 78) mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einem Anschlussvorrichtungspaar (14, 24), (16, 26), (18, 22) der dritten und vierten Anschlussgruppe verbunden ist.
 8. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte und vierte Anschlussgruppe entsprechend der ersten (38) und zweiten (40) Anschlussgruppe nach einem der Ansprüche 5 oder 6 ausgestaltet sind.
 9. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses vergossen ist.
 10. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder die zweite Wicklung (74, 76, 78) für eine elektrische Spannung von wenigstens 1 kV vorgesehen ist.
 11. Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) nebeneinander angeordnet sind und über die jeweiligen Anschlussgruppen (38, 40) elektrisch miteinander verbunden (58, 60) sind.
 12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) baugleich sind.
 13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder zweiten Wicklungen (74, 76, 78) jeweils in elektrischer Sternschaltung (60, 114) miteinander verbunden sind.
 14. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder zweiten (74, 76, 78) Wicklungen jeweils in elektrischer Dreieckschaltung (58, 124)

miteinander verbunden sind.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) ein ganzzahliges Vielfaches von drei beträgt.

Claims

1. Single-phase winding module (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) having at least one first electric winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) which has two winding ends, and having a plurality of electrical connecting apparatuses (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100), with in each case at least three electrical connecting apparatuses (14, 16, 18) being arranged in a first connection group (38), and in each case at least three connecting apparatuses (22, 24, 26) being arranged in an associated second connection group (40), with there being an electrical connection (30, 32, 34) in each case between each connecting apparatus (14, 16, 18) in the first connection group (38) and each connecting apparatus (22, 24, 26) in the second connection group (40), by which means a connecting apparatus pair (14, 24) (16, 26), (18, 22) is in each case formed, and the first winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) is connected by the first of its two winding ends to one of these connecting apparatus pairs (14, 24), (16, 26), (18, 22), and is connected by its second end to a further connecting apparatus pair, **characterized in that** the arrangement of the connecting apparatuses in these connecting apparatus pairs (14, 24), (16, 26), (18, 22) is cyclically interchanged (62, 64) with one another.
2. Single-phase winding module according to Claim 1, **characterized in that** the further connecting apparatus pair, to which the first winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) is connected by its second winding end, is a further one of the at least three cyclically interchanged connecting apparatus pairs (14, 24), (16, 26), (18, 22) such that connection of three such single-phase winding modules results in these windings being connected in delta (124).
3. Single-phase winding module according to Claim 1, **characterized in that** the first connection group (38) and the second connection group (40) each have a fourth connecting apparatus (20, 28), **in that** these fourth connecting apparatuses (20, 28) are electrically connected to one another (36) without being cyclically interchanged, thus forming a fourth connecting apparatus part (20, 28), and **in that** the first winding (12, 68, 70, 72) is electrically connected by its second winding end thereto (20, 28), such that connection of three such single-phase winding mod-

ules results in the windings being connected in star (114).

4. Single-phase winding module according to one of the preceding claims, **characterized in that** the geometric arrangement of the connecting apparatuses (14, 16, 18, 20) in the first connection group (38) is similar to the geometric arrangement of the connecting apparatuses (22, 24, 26, 28) in the second connection group (40).
5. Single-phase winding module according to one of the preceding claims, **characterized in that** a plurality of physically identical mutually adjacent single-phase winding modules (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) can be arranged such that the connecting apparatuses (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) of the first (38) and second connection groups (40) of adjacent modules (52, 54, 56), (94, 96, 98) are each located opposite one another.
6. Single-phase winding module according to Claim 5, **characterized in that** the connecting apparatuses (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100), which are located opposite one another, in the first (38) and a second (40) connection group can be connected to one another by plug connections for electrical connection purposes.
7. Single-phase winding module according to one of the preceding claims, **characterized in that** this single-phase winding module (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) has a third and an associated fourth connection group as well as a second electrical winding (74, 76, 78), with the respective first winding (68, 70, 72) being magnetically coupled (80, 82, 84) to the second winding (74, 76, 78), and **in that** this second electrical winding (74, 76, 78) is connected by at least one of its two winding ends to a connecting apparatus pair (14, 24), (16, 26), (18, 22) in the third and fourth connection groups.
8. Single-phase winding module according to Claim 7, **characterized in that** the third and fourth connection groups are designed to correspond to the first (38) and second (40) connection groups according to one of Claims 5 or 6.
9. Single-phase winding module according to one of the preceding claims, **characterized in that** this single-phase winding module is encapsulated.
10. Single-phase winding module according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) and/or the second winding (74, 76, 78) is intended for an electrical voltage of at least 1kV.

11. Arrangement of three single-phase winding modules (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) corresponding to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the single-phase winding modules (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) are arranged alongside one another, and are electrically connected to one another (58, 60) via the respective connection groups (38, 40).
12. Arrangement according to Claim 11, **characterized in that** the single-phase winding modules (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) are physically identical.
13. Arrangement according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the first winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) and/or the second winding (74, 76, 78) are each connected to one another in an electrical star circuit (60, 114).
14. Arrangement according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the first winding (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) and/or the second winding (74, 76, 78) are each connected to one another in an electrical delta circuit (58, 124).
15. Arrangement according to one of Claims 11 to 14, **characterized in that** the number of single-phase winding modules (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) is an integer multiple of three.

Revendications

1. Module à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) comprenant au moins un premier enroulement électrique (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3), lequel présente deux extrémités d'enroulement, et comprenant plusieurs dispositifs de raccordement électrique (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100), au moins trois dispositifs de raccordement électrique (14, 16, 18) respectifs étant disposés dans un premier groupe de raccordement (38) et au moins trois dispositifs de raccordement électrique (22, 24, 26) respectifs étant disposés dans un deuxième groupe de raccordement (40) associé, une liaison électrique (30, 32, 34) étant à chaque fois présente entre chaque dispositif de raccordement (14, 16, 18) du premier groupe de raccordement (38) et chaque dispositif de raccordement (22, 24, 26) du deuxième groupe de raccordement (40), ce qui forme à chaque fois une paire de dispositifs de raccordement (14, 24), (16, 26), (18, 22), et le premier enroulement (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) étant relié par la première de ses deux extrémités d'enroulement avec l'une de ces paires de dispositifs de raccordement (14, 24), (16, 26), (18, 22) et par sa deuxième extrémité avec une paire de dispositifs de raccordement supplémentaire, **caractérisé en ce que** l'arrangement des dispositifs de raccordement de

ces paires de dispositifs de raccordement (14, 24), (16, 26), (18, 22) est permuté mutuellement (62, 64) de manière cyclique.

2. Module à enroulement monophasé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la paire de dispositifs de raccordement supplémentaire, avec laquelle le premier enroulement (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) est relié par sa deuxième extrémité d'enroulement, est une supplémentaire des aux moins trois paires de dispositifs de raccordement (14, 24), (16, 26), (18, 22) à permutation cyclique, de sorte que la connexion de trois modules à enroulement monophasé de ce type produit un branchement en triangle (124) de ces enroulements.
3. Module à enroulement monophasé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier (38) et le deuxième (40) groupe de raccordement présentent respectivement un quatrième dispositif de raccordement (20, 28), **en ce que** ces quatrième dispositifs de raccordement (20, 28) sont reliés électriquement entre eux (36) sans permutation cyclique et forment ainsi une quatrième paire de dispositifs de raccordement (20, 28) et **en ce que** le premier enroulement (12, 68, 70, 72) est relié électriquement avec celui-ci (20, 28) par sa deuxième extrémité d'enroulement, de sorte que la connexion de trois modules à enroulement monophasé de ce type produit un branchement en étoile (114) des enroulements.
4. Module à enroulement monophasé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la disposition géométrique des dispositifs de raccordement (14, 16, 18, 20) du premier groupe de raccordement (38) est identique à la disposition géométrique des dispositifs de raccordement (22, 24, 26, 28) du deuxième groupe de raccordement (40).
5. Module à enroulement monophasé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs modules à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) juxtaposés de construction identique peuvent être disposés de telle sorte que les dispositifs de raccordement (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) du premier (38) et du deuxième (40) groupe de raccordement de modules voisins (52, 54, 56), (94, 96, 98) se trouvent à chaque fois opposés les uns aux autres.
6. Module à enroulement monophasé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les dispositifs de raccordement (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) opposés les uns aux autres du premier (38) et du deuxième (40) groupe de raccordement peuvent être reliés entre eux par des connexions enfichables en vue de réaliser une liaison électrique.

7. Module à enroulement monophasé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celui-ci (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) présente un troisième et un quatrième groupe de raccordement associés ainsi qu'un deuxième enroulement électrique (74, 76, 78), le premier enroulement (68, 70, 72) respectif étant accouplé (80, 82, 84) magnétiquement avec le deuxième enroulement (74, 76, 78) et **en ce que** celui-ci (74, 76, 78) est relié par au moins l'une de ses deux extrémités d'enroulement avec une paire de dispositifs de raccordement (14, 24), (16, 26), (18, 22) du troisième et du quatrième groupe de raccordement. 5 10
8. Module à enroulement monophasé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le troisième et le quatrième groupe de raccordement sont configurés conformément au premier (38) et au deuxième (40) groupe de raccordement selon l'une des revendications 5 ou 6. 15 20
9. Module à enroulement monophasé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celui-ci est moulé. 25
10. Module à enroulement monophasé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier enroulement (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) et/ou le deuxième enroulement (74, 76, 78) est prévu pour une tension électrique d'au moins 1 kV. 30
11. Arrangement de modules à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les modules à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) sont disposés les uns à côté des autres et sont reliés électriquement (58, 60) entre eux par le biais des groupes de raccordement (38, 40) respectifs. 35
12. Arrangement selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les modules à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) sont de construction identique. 40
13. Arrangement selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** le premier (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) et/ou le deuxième (74, 76, 78) enroulement sont à chaque fois reliés entre eux selon un branchement électrique en étoile (60, 114). 45 50
14. Arrangement selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** le premier (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) et/ou le deuxième (74, 76, 78) enroulement sont à chaque fois reliés entre eux selon un branchement électrique en triangle (58, 124). 55
15. Arrangement selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** le nombre de modules à enroulement monophasé (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) est un multiple entier de trois.

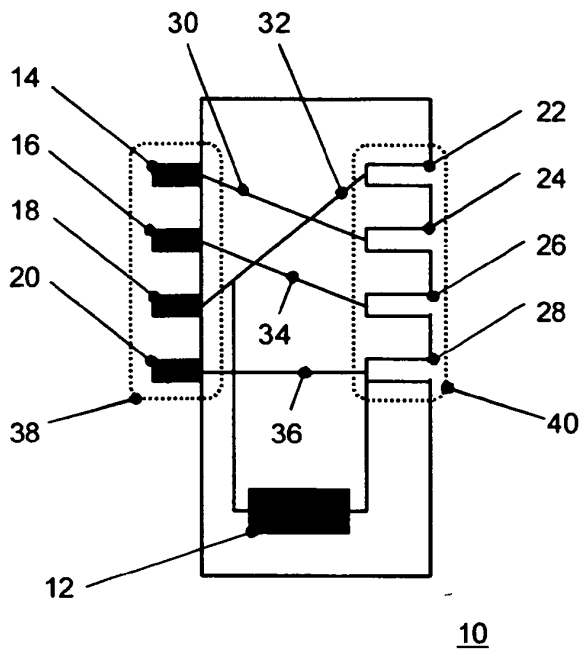


Fig. 1

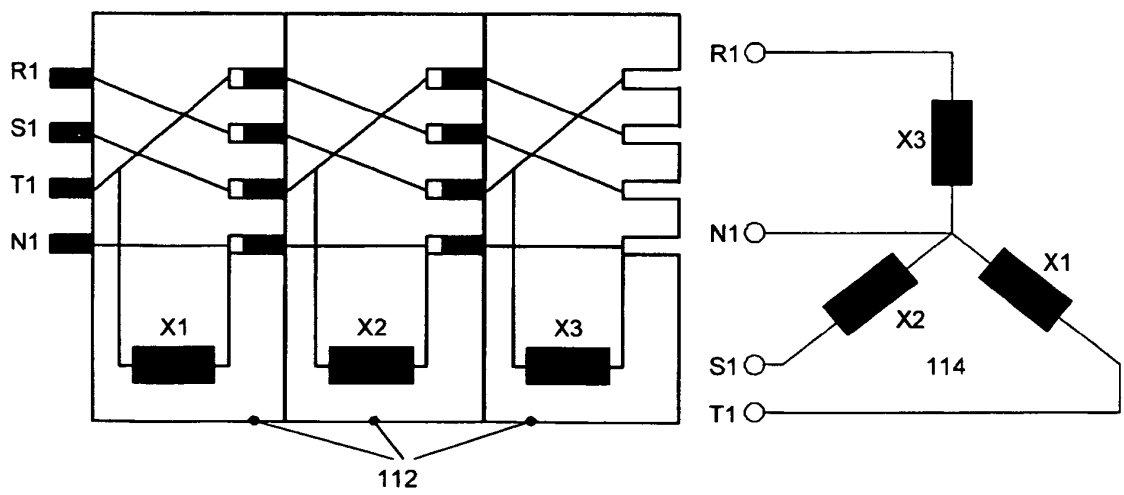


Fig. 2

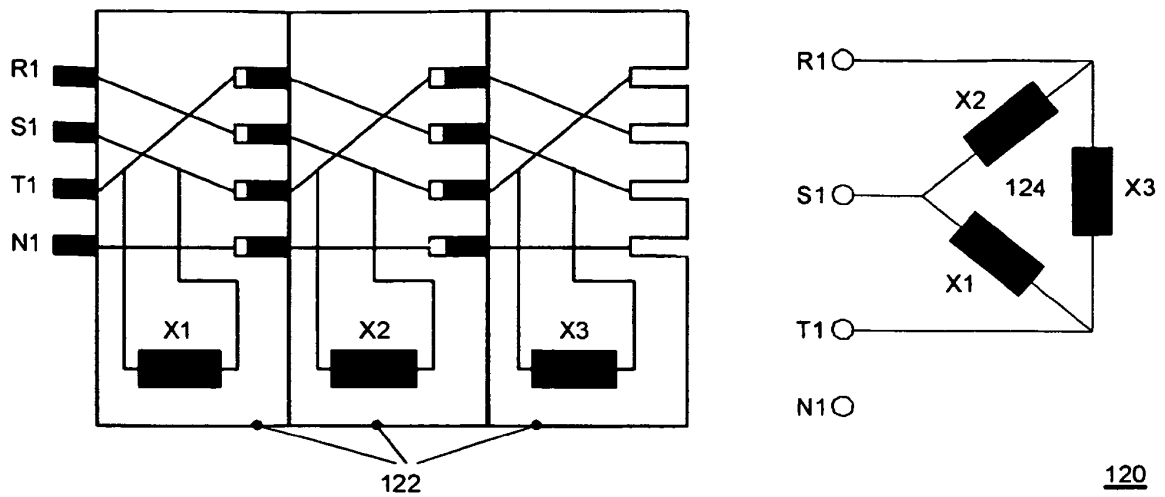


Fig. 3

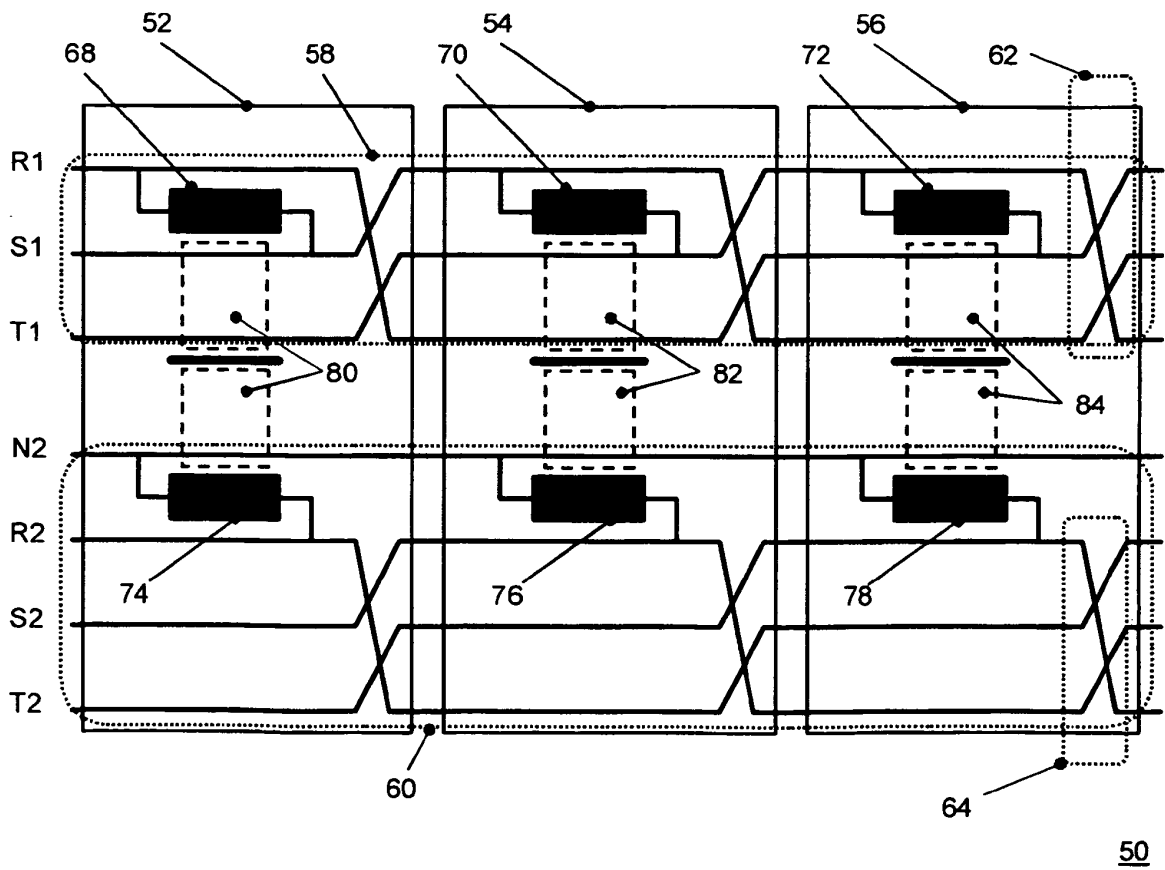


Fig. 4

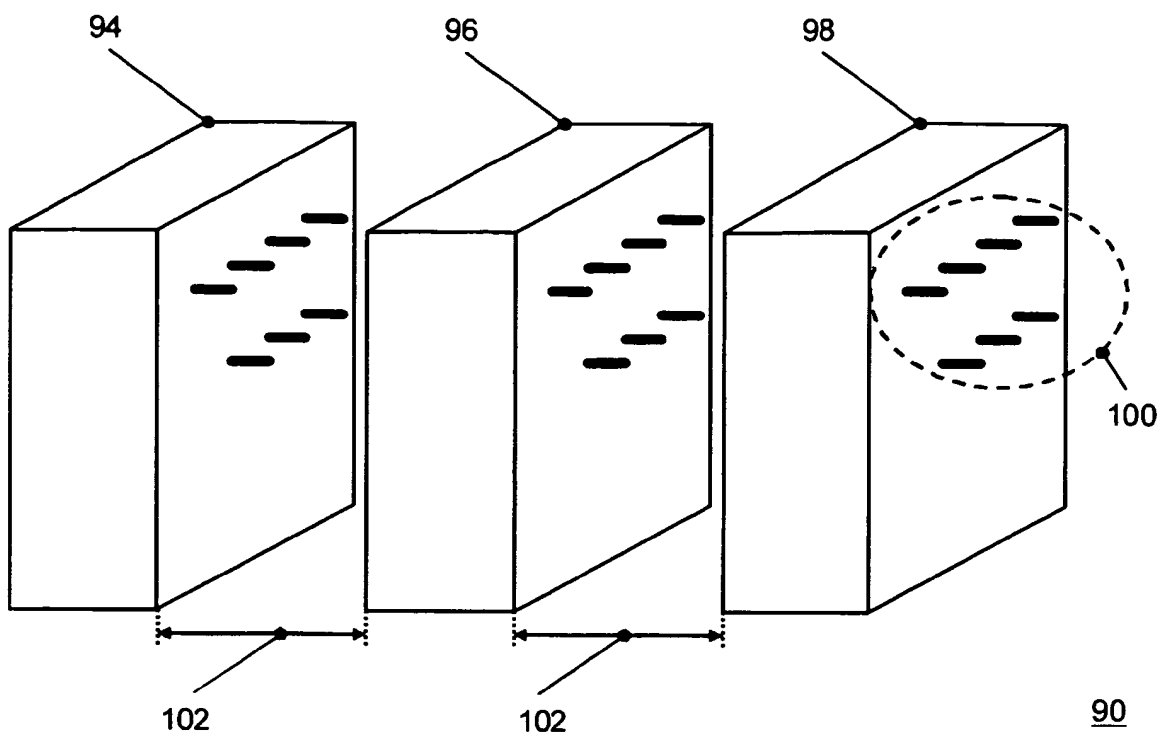


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1973126 A [0005]
- DE 1971623 U [0005]
- GB 2337863 A [0008]