

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2925/89

(51) Int.Cl.⁶ : H02K 19/36
H02K 11/04

(22) Anmeldetag: 22.12.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1996

(45) Ausgabetag: 25. 3.1997

(56) Entgegenhaltungen:

AT 193888 CH 376576B DE 2332769B DE 1513927A
DE 684514C NL 6610070A

(73) Patentinhaber:

ELIN ENERGIEVERSORGUNG GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1141 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

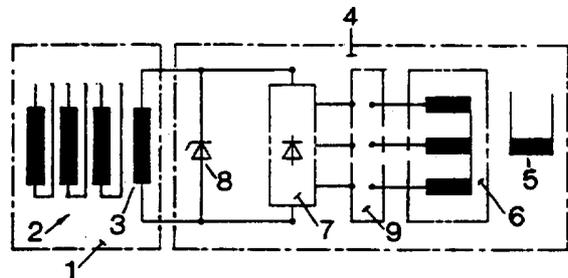
FISCHMANN WALTER ING.
WIEN (AT).

(54) AUSSENPOL-WECHSELSTROMMASCHINE

(57) Die Erfindung befaßt sich mit einer bürstenlosen Außenpol-Wechselstrommaschine, welche einen mitrotierenden Gleichrichter sowie eine Rotorwicklung mit einem oder mehreren parallelen Wicklungszweigen pro Phase aufweist. Entsprechend der jeweiligen Auslegung der Maschine sind die benötigten Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen der parallelen Wicklungszweige des Rotors herausgeführt.

Erfindungsgemäß sind diese Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen (22 bis 31, siehe Fig.3) der parallelen Wicklungszweige (14 Fig.2) den Anschlußkontakten (32 bis 47 in Fig.3 und 78 bis 83 in Fig.5) eines am Rotor angeordneten Schaltrades (9) zugeführt. Am Schaltrad (9) sind die Teilspulen (22 bis 31) mittels Verbindungsbügeln (50 bis 57 siehe Fig.3) zur jeweils benötigten Anzahl von zueinander parallelen Wicklungszweigen (14) zusammenschaltbar.

Die Erfindung ermöglicht es, eine einzige Erregermaschine für mehrere Typen von Synchrongeneratoren einzusetzen, wobei lediglich durch einfache Änderung der Verbindungen am Schaltrad die der jeweils verwendeten Synchrongeneratortype entsprechenden Kennwerte der Erregermaschine einstellbar sind.



Die Erfindung betrifft eine Außenpol-Wechselstrommaschine mit mitrotierendem Gleichrichter und einer Rotorwicklung mit einem oder mehreren parallelen Wicklungszweigen pro Phase, wobei die entsprechend der jeweiligen Auslegung der Maschine benötigten Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen der parallelen Wicklungszweige des Rotors herausgeführt sind.

Die Stromerzeugung erfolgt heutzutage meist mit bürstenlosen Synchrongeneratoren. Dabei wird ein als Innenpolmaschine ausgeführter Hauptgenerator verwendet, bei welchem die erzeugte elektrische Energie vorteilhafterweise von der ruhenden Ständerwicklung abgenommen werden kann.

Es sind Anordnungen bekannt, bei denen die Erregerwicklung des Generators von einer fremden Gleichstromquelle gespeist wird. Bei größeren Anlagen wird jedoch üblicherweise der Erregerstrom von einer als Außenpolmaschine ausgeführten Haupterregemaschine entnommen. Meist versorgt eine Hilferregemaschine mit Dauermagnetpolrad die Erregerwicklung der Haupterregemaschine. Selbstverständlich könnte statt einer Hilferregemaschine auch eine fremde Gleichstromquelle herangezogen werden. In der Praxis ist dies jedoch kaum üblich, weil nur ein Erregersatz mit Haupt- und Hilferregemaschine einen autarken Einsatz bei der Energieerzeugung mittels eines Synchrongenerators sicherstellt.

Die Wechselstromausleitungen der Erregermaschine werden einer aus mitrotierenden Dioden bestehenden Gleichrichterschaltung zugeführt. Bei bürstenlosen Hauptgeneratoren erfolgt von der Gleichrichterschaltung die Anspeisung der Polradwicklung des Hauptgenerators mit Gleichstrom über Kupferschienen oder ein Kabel.

Als Haupterregemaschinen werden zu diesem Zweck Wechselstrom-Synchronmaschinen eingesetzt. Der Anker dieser Maschinen besitzt üblicherweise eine Drehstromwicklung, die Erregung des Hauptmagnetfeldes erfolgt durch eine Gleichstromwicklung. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Außenpolmaschine, das heißt, der Stator trägt die Feldwicklung, der Rotor die Ankerwicklung. Dadurch kann die ruhende Feldwicklung der Haupterregemaschine bürstenlos mit Gleichstrom gespeist werden. In der rotierenden Ankerwicklung der Haupterregemaschine entsteht eine Wechselspannung. Diese Wechselspannung wird, bevor sie dem Polrad des Generators zugeführt wird, von einem mitrotierenden Gleichrichter gleichgerichtet.

Da jeder Synchrongenerator eine genau seiner Type entsprechende Erregermaschine benötigt, war es bisher notwendig, daß für Anlagen mit verschiedenen Typen von Synchrongeneratoren auch entsprechende viele verschiedene Typen von Erregermaschinen auf Lager gehalten werden mußten. Nur dadurch war es möglich, schadhafte Erregermaschinen rasch gegen funktionierende auszutauschen. Eine derartige Lagerhaltung ist äußerst kostspielig. Daraus ergibt sich als noch gravierenderer Nachteil, daß meist - wiederum aus Kostengründen - für jede jeweils verwendete Synchrongeneratortype lediglich eine Erregermaschine des entsprechenden Typs auf Lager gehalten wird. Fällt eine in Betrieb befindliche Ersatzerregermaschine aus bevor die zuvor ausgefallene Erregermaschine repariert werden kann, so kommt es zu einem längeren Stillstand der Stromerzeugung.

In der Vergangenheit wurde eine große Anzahl von Erfindungen getätigt, deren Hauptinhalt die Umschaltbarkeit der Wicklungen elektrischer Maschinen betraf. So befaßt sich beispielsweise die Patentpublikation CH-PS 376 576 mit einer rotierenden elektrischen Wechselstrommaschine, die sowohl als Motor als auch als Generator einsetzbar ist. Diese Maschine ist mit einer Statorwicklung versehen, welche derart ausgebildet ist, daß sowohl ein Hauptdrehfeld mit p Polen als auch - gleichzeitig mit dem Hauptdrehfeld - ein überlagerndes Drehfeld mit n_p Polen erzeugt wird. Erfindungsgemäß ist für besagte elektrische Maschine eine Rotorwicklung vorgesehen, welche wie ein offener Kreis in bezug zum Hauptdrehfeld mit p Polen, und wie ein geschlossener Kreis in bezug zum überlagernden Drehfeld mit n_p Polen wirkt. Gespeist wird jener Statorwicklungsteil, welcher das p Pole aufweisende Hauptdrehfeld erzeugt, von einer Stromquelle mit der Frequenz f . Derjenige Statorwicklungsteil, welcher das n_p Pole aufweisende überlagernde Drehfeld erzeugt, wird von einer Stromquelle mit der Frequenz $2nf$ versorgt. Dabei sind die Wicklungszweige der Rotorwicklung, welche - je nach Ausführungsart - auch parallele Wicklungszweige sein können, mit Schleifringen verbunden. Die Erfindung ermöglicht es, Anfahrschwierigkeiten sowie Schwingungserscheinungen des Rotors bei pulsierenden Belastungen zu vermeiden.

Der in der Patentpublikation CH-PS 376 576 vorgeschlagene Erfindungsgedanke ist auf Erregermaschinen für Synchronmaschinen nicht übertragbar.

In der Druckschrift DE-AS 2 332 769 wird eine für zwei Drehzahlen polumschaltbare Zweischicht-Drehstromwicklung für einen elektrischen Motor vorgeschlagen, deren Spulen aus jeweils gleich vielen, hintereinandergeschalteten Teilspulen bestehen. Dabei sind die Spulenden zur Bildung von drei Wicklungssträngen miteinander und mit den Netzspeisungsklemmen des Motors derart verbindbar, daß für jede der beiden Drehzahlen jeweils eine symmetrische Sternschaltung entsteht. Mit der dabei vorgeschlagenen Wicklung ist es möglich, Polzahlverhältnisse wie 4:6 oder wie 6:8 zu bilden und damit Drehzahlverhältnisse wie 4:6 oder wie 6:8 zu schaffen.

Auch die in der Druckschrift DE-AS 2 332 769 vorgeschlagene Erfindung auf Erregermaschinen für Synchronmaschinen nicht übertragbar.

In der Publikation AT-PS 19 388 wird ein Generator für ein- oder mehrphasige Wechselströme geringer Frequenz beschrieben. Hierbei wird ein Gleichstromdynamo eingesetzt, dessen Rotorwicklung mit einem Kollektor und dieser wiederum in spezieller Weise mit einem Schleifring verbunden ist. Über Bürsten wird pulsierender Gleichstrom vom Kollektor abgenommen, mit einem zweipoligen bzw. mit zwei einpoligen synchron bewegten Umschaltern Wechselstrom umgewandelt und den Verbrauchern zugeführt. In einer anderen Ausführungsform desselben Vorhaltes bestehen diese Umschalter aus Ringabschnitten, Schleifringen sowie Bürsten und sind auf der Achse des Gleichstromdynamos angeordnet.

Aufgrund der vielen bei dem Gleichstromdynamo lt. Publikation AT-PS 19 388 verwendeten Verschleißteile wie Ringabschnitte, Schleifringe und Bürsten ist keine große Betriebssicherheit gewährleistet.

In der Patentschrift DE-PS 684 514 wird eine polumschaltbare Gleichstromerregwicklung mit dem Polzahlverhältnis 1:2 für Synchronmaschinen mit Walzenläufern behandelt. Die Wicklung ist so in den Nuten angeordnet und geschaltet, daß bei beiden Polzahlen in der Mitte der Polbereiche breite, nicht vom Erregerstrom durchflutete Zonen entstehen. An den beiden Enden der für die kleine Polzahl vorgesehenen Polbereichen werden zusätzliche Wicklungsteile angeordnet. Bei der kleinen Polzahl sind diese zusätzlichen Wicklungsteile stromführend. bei der großen Polzahl hingegen stromlos. Zur Umschaltung auf die beiden Polzahlen ist die Wicklung an vier bzw. fünf Schleifringe angeschlossen.

Die in der Patentschrift DE-PS 684 514 vorgeschlagene polumschaltbare Gleichstromerregwicklung erlaubt lediglich Polzahlverhältnisse von 1:2. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß mehrere Schleifringe benötigt werden

Die Patentpublikation NL-OS 6 610 070 befaßt sich mit einer Synchronmaschine, deren Erregerwicklung zur Vermeidung von Schleifringen über im Rotor angebrachte mitdrehende Gleichrichter aus einer ebenfalls im Rotor untergebrachten induzierten Wicklung einer Wechselstrom-Drehstrommaschine gespeist wird. Zu diesem Zweck ist, wie im Hauptanspruch dieser Patentpublikation ausgeführt, an ein freies Wellenende der Rotorwelle der Synchronmaschine außerhalb des Lagers die Rotorwelle eines drehbaren Asynchrontransformators gekoppelt. Die Rotorwicklung dieses Asynchrontransformators speist somit über drehbare Gleichrichter die Erregerwicklung der Synchronmaschine. In einem Unteranspruch wird vorgeschlagen, die dreiphasige Statorwicklung des drehbaren Asynchrontransformators je Zweig in zwei Teile zu unterteilen und diese mittels einer Schaltvorrichtung in Reihe oder parallel zu schalten.

Bei der Erfindung lt. Patentpublikation NL-OS 6 610 070 wird also die Spannung zur Speisung der Erregerwicklung der Synchronmaschine der Rotorwicklung eines drehbaren Asynchrontransformators entnommen. Die dreiphasige Statorwicklung des Asynchrontransformators ist je Zweig in zwei Teile unterteilt; die Art der Schaltvorrichtung, mit welcher diese Teile in Reihe oder parallel schaltbar sind, ist nicht definiert.

Die Druckschrift DE-OS 1 513 927 befaßt sich mit einer Anordnung zur Erregung elektrischer Maschinen. Die umlaufende Erregerwicklung dieser Maschinen wird, über ebenfalls mitumlaufende Halbleiterventile, von einem Erregerstrom gespeist, welcher im mitumlaufenden Anker einer Erregermaschine erzeugt wird. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, für Haupt- und Gegenregung zwei getrennte, unterschiedlich ausgelegte Erregerwicklungen anzuordnen. Diesen beiden Erregerwicklungen sind zwei entsprechend ausgelegte und getrennt schaltbare Halbleiterventilgruppen zugeordnet.

Mit der in der Druckschrift DE-OS 1 513 927 beschriebenen Erfindung werden also für die Haupt- und Gegenregung zwei völlig getrennte Stromkreise geschaffen, welche auf einfache Weise zu- und abschaltbar sind. Auf diese Weise wird eine außerordentlich schnelle Gegenregung ermöglicht.

Für die Felderregung mehrerer verschiedener Synchrongeneratortypen ist die in der Druckschrift DE-OS 1 513 927 vorgeschlagene Erfindung nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es also, eine Erregermaschine zu schaffen, welche zur Erregung mehrerer verschiedener Typen von Synchronmaschinen einsetzbar ist.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen der parallelen Wicklungszweige des Rotors den Anschlußkontakten eines am Rotor angeordneten Schaltrades zugeführt sind, und daß die Teilspulen am Schaltrad mittels Verbindungsbügeln zur jeweils benötigten Anzahl von zueinander parallelen Wicklungszweigen zusammenschaltbar sind.

Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, eine einzige Erregermaschinentype für mehrere verschiedene Synchrongeneratortypen zu deren Felderregung einzusetzen, ohne daß Eingriffe ins Innere der Erregermaschine vorgenommen werden müssen. Die Erregermaschine ist mit einfachsten Mitteln, nämlich durch Änderung der Verbindungen am Schaltrad - wobei dieses Schaltrad keinerlei Verschleißteile aufweist - derart umschaltbar, daß sie jeweils verschiedene, der jeweils verwendeten Synchrongeneratortype entsprechende Kennwerte aufweist.

Es wird dadurch nicht nur die Lagerhaltung für Ersatz-Erregermaschinen erleichtert und verbilligt, auch die Durchführung von Reparaturen an Erregermaschinen wird einfacher weil das zuständige Fachpersonal nur mehr eine oder zumindest wenige verschiedene Typen zu reparieren imstande sein muß. Für Betreiber mehrerer, örtlich auseinanderliegender Stromerzeugungsanlagen mit jeweils verschiedenen Typen von Synchrongeneratoren ermöglicht es die Erfindung, daß in einem einzigen Zentrallager einige wenige oder auch nur eine einzige Type von Erregermaschinen zur Verfügung gehalten werden müssen.

Vorteilhaft ist weiters, daß die Erfindung auf die genormten, handelsüblichen Maschinenkonstruktionen anwendbar ist.

Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß auf beiden Stirnseiten des Rotors ein Schaltrad vorgesehen ist.

Dadurch ist es möglich, bei Wicklungen mit einer größeren Anzahl von parallelen Wicklungszweigen die Kontakthanordnung am Schaltrad stark zu vereinfachen.

Ein weiterer Vorteil dieser Ausbildung besteht darin, daß bei komplizierten Wicklungen die Kontaktaufteilung so durchgeführt werden kann, daß auf jedem Schaltrad eine einfache Schaltungsänderung mittels der Verbindungsbügel möglich ist.

An Hand eines Ausführungsbeispieles soll die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt Fig. 1, in Form eines Prinzipschaltbildes, die Anordnung eines Generators sowie einer auf derselben Welle wie der Generator aufgesetzten Erregermaschine. In Fig. 2 ist das erfindungsgemäße Prinzip stark schematisiert dargestellt. Die Fig. 3 bis 6 zeigen vier konkrete Ausführungsmöglichkeiten der Erfindung.

Wie in Fig. 1 ersichtlich, weist ein Drehstrom-Synchrongenerator 1 in bekannter Weise einen Stator mit einer ein Drehstromnetz speisenden Drehstromwicklung 2 auf. Eine Feldwicklung 3 des Drehstrom-Synchrongenerators 1 wird über einen Gleichrichter 7 von einer Drehstrom-Erregermaschine 4 mit Gleichstrom gespeist. Die Gleichrichter-Anordnung 7 enthält einen Überspannungsbegrenzer 8 zum Schutz der Gleichrichterioden gegen periodisch auftretende, durch den Träger-Speicher-Effekt verursachte Spannungsspitzen. Die Drehstrom-Erregermaschine 4 weist eine Stator-Feldwicklung 5 und eine Rotordrehstromwicklung 6 sowie ein Schaltrad 9 samt Umschaltvorrichtung auf.

Die Spannungsregelung der Drehstrom-Erregermaschine 4 erfolgt über einen im Feldstromkreis liegenden Spannungsregler (in Fig. 1 ist dies nicht dargestellt). Sämtliche rotierende Teile der Drehstrom-Erregermaschine 4 sind auf einer Nabe montiert und werden erst im fertig montierten Zustand auf die Welle des Drehstrom-Synchrongenerators 1 aufgesetzt. Durch Verwendung von entsprechenden Nabenhülsen ist die Drehstrom-Erregermaschine für unterschiedliche Drehstrom-Synchrongeneratoren 1 einsetzbar.

Die Nabe des Rotors der Drehstrom-Erregermaschine 4 ist eine aus Stahlblech bestehende Schweißkonstruktion, auf deren Armen das Rotorblechpaket aufgezogen ist. Das Rotorblechpaket ist mit Druckplatten in axialer Richtung gepreßt. Zur besseren Kühlung ist das Rotorblechpaket in einige Teilpakete unterteilt.

Die Rotorwicklung der Drehstrom-Erregermaschine 4 ist im vorliegenden Beispiel als dreiphasige Drehstromwicklung mit mehrfach parallelen Zweigen sowie herausgeführtem Sternpunkt geschaltet und ist in die Nuten des geblechten Rotors eingelegt. Die Realisierung der erforderlichen Parallelschaltung der Rotorwicklung - die Drehstrom-Erregermaschine 4 ist dadurch für unterschiedliche Drehstrom-Synchrongeneratoren 1 verwendbar - erfolgt im Stillstand durch Umklemmen des am Läufer angeordneten Schaltrades 9. Die Wickelköpfe der Rotorwicklung werden durch Polyglasbandagen gehalten. Die Drehstromausleitungen werden über das Schaltrad 9 zum Gleichrichter 7 geführt. Der Halbleiter-Gleichrichter 7, welcher in einem Leichtmetall-Kühlkörper eingelassen ist, wird isoliert auf dem Gleichrichterrad montiert.

Von einem Plus- bzw. einem Minus- Sammeling der Gleichrichterschaltung wird der Gleichstrom über Kupferschienen oder Kabel der Polradwicklung 3 des bürstenlosen Drehstrom-Synchrongenerators 1 zugeführt. Zur Erfassung von Erdschlüssen in den rotierenden Teilen werden Hilfsschleifringe angebracht (diese sind in den Fig. nicht dargestellt). Für Strom- und Spannungsmessung bei der Inbetriebnahme sind demontierbare Hilfsschleifringe vorgesehen.

Die Kühlung der Drehstrom-Erregermaschine erfolgt mit Frischluft. Die Luftumwälzung wird durch einen auf der Erregermaschine montierten Lüfter hervorgerufen.

In Fig. 2 ist eine in Stern geschaltete Drehstromwicklung 10 einer bürstenlosen Außenpol- Drehstrom-Erregermaschine 4 dargestellt. Die Phasenwicklungen 11, 12, 13 bestehen dabei, wie im Detail A ersichtlich, aus jeweils mehreren parallelen Zweigen 14.

Fig. 3 zeigt eine in Stern geschaltete, 36polige Rotorwicklung für eine bürstenlose Außenpol-Drehstrom-Erregermaschine 4, wobei pro Phase 36 Teilspulen vorgesehen sind. Es ist eine Schaltungsanordnung gewählt, mittels derer für die Wicklungsumschaltung möglichst wenige Anschlußkontakte notwendig sind und möglichst einfache Verbindungen durchzuführen sind. Zu diesem Zweck sind im vorliegenden Fall lediglich jene Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen 20 bis 31 den Anschlußkontakten 32

bis 45 des am Rotor der Erregermaschine 4 angeordneten Schaltrades 9 zugeführt, welche für einen bestimmten Typ einer erfindungsgemäßen Drehstrom-Erregermaschine 4 tatsächlich bei einer Umschaltung umgeklipmt werden müssen. Im vorliegenden Fall ist angenommen, daß die Drehstrom-Erregermaschine 4 für 6, 9, 12 und 18 parallele Zweige pro Phase schaltbar sein muß. Aus diesem Grund sind die Teilspulen 20 u. 21 bzw. 24 u. 25 bzw. 26 u. 27 bzw. 30 u. 31 jeweils betriebsmäßig nicht lösbar miteinander verbunden; aus demselben Grund besteht zwischen dem Wicklungsanfang der Teilspule 20 und dem Phasenanschluß L1 bzw. zwischen dem Wicklungsende der Teilspule 31 und dem Nulleiter jeweils eine betriebsmäßig nicht lösbare Verbindung 48 bzw. 49.

Die betriebsmäßig lösbaren Verbindungen sind als geschwungene Linien dargestellt, das sind für die in Fig. 3 dargestellte Wicklungsschaltung, für 6 Wicklungszweige pro Phase, die Verbindungen 50 bis 57.

Diese für 3 Nuten pro Pol und Phase ausgelegte Wicklung kann, durch jeweils geringfügige Änderung der betriebsmäßig lösbaren Verbindungen, umgeschaltet werden.

Soll die Wicklung von - wie in Fig. 3 oben komplett dargestellt - 6 parallelen Wicklungszweigen pro Phase auf - wie in Fig. 4 oben komplett dargestellt - 9 parallele Wicklungszweige pro Phase umgeschaltet werden, so können die Verbindungsbügel 50, 51, 54 und 57 belassen werden; es sind lediglich die Verbindungsbügel 52, 53, 55 und 56 zu entfernen, und die Verbindungsbügel 58 bis 62 anzuschließen.

Soll die Wicklung von - wie in Fig. 4 oben komplett dargestellt - 9 parallelen Wicklungszweigen pro Phase auf - wie in Fig. 5 oben komplett dargestellt - 12 parallele Wicklungszweige pro Phase umgeschaltet werden, so können die Verbindungsbügel 58 und 62 belassen werden; es sind lediglich die Verbindungsbügel 50, 51, 54, 57, 59, 60 und 61 zu entfernen, und die Verbindungsbügel 63 bis 69 anzuschließen.

Soll die Wicklung von - wie in Fig. 5 oben komplett dargestellt - 12 parallelen Wicklungszweigen pro Phase auf - wie in Fig. 6 oben komplett dargestellt - 18 parallele Wicklungszweige pro Phase umgeschaltet werden, so können die Verbindungsbügel 64 und 68 belassen werden; es sind lediglich die Verbindungsbügel 53, 58, 63, 65, 66, 67 und 69 zu entfernen und die Verbindungsbügel 70 bis 77 anzuschließen.

Patentansprüche

1. Außenpol-Wechselstrommaschine mit mitrotierendem Gleichrichter und einer Rotorwicklung mit einem oder mehreren parallelen Wicklungszweigen pro Phase, wobei die entsprechend der jeweiligen Auslegung der Maschine benötigten Wicklungsanfänge und Wicklungsenden der Teilspulen der parallelen Wicklungszweige des Rotors herausgeführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese den Anschlußkontakten (32 bis 47 und 78 bis 83) eines am Rotor angeordneten Schaltrades (9) zugeführt sind, und daß die Teilspulen (22 bis 31) am Schaltrad (9) mittels Verbindungsbügeln (50 bis 57) zur jeweils benötigten Anzahl von zueinander parallelen Wicklungszweigen (14) zusammenschaltbar sind.

2. Außenpol-Wechselstrommaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf beiden Stirnseiten des Rotors ein Schaltrad (9) vorgesehen ist.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

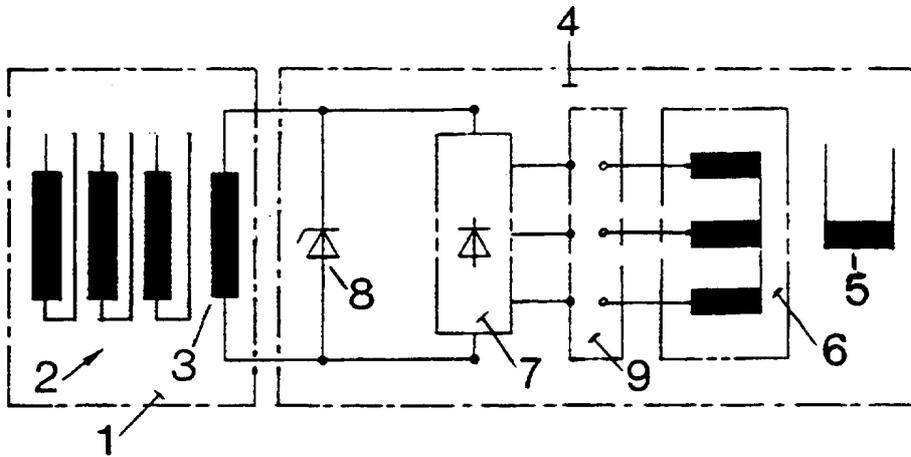


Fig. 1

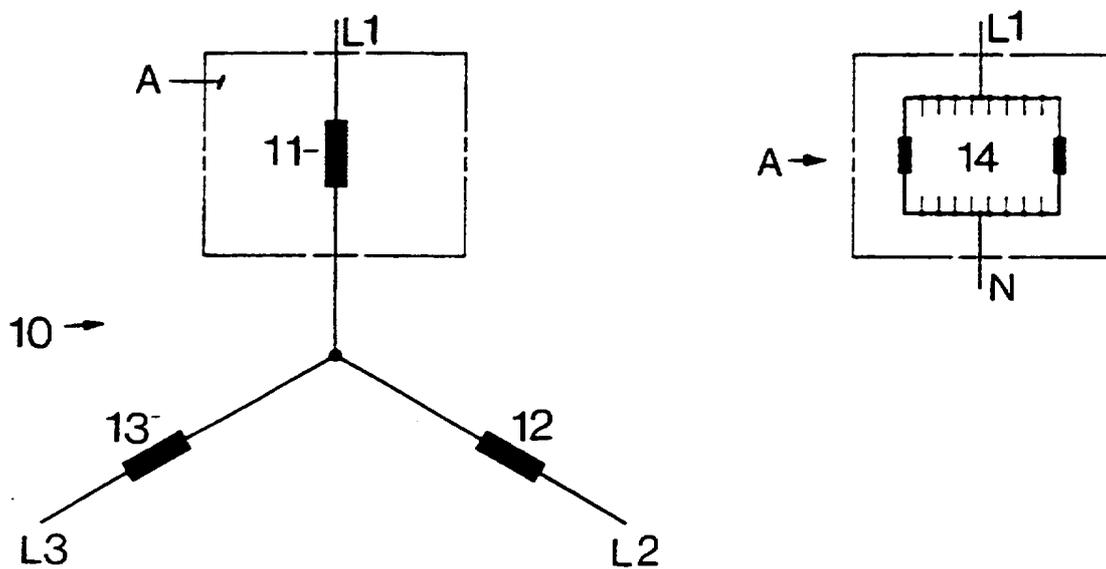


Fig. 2

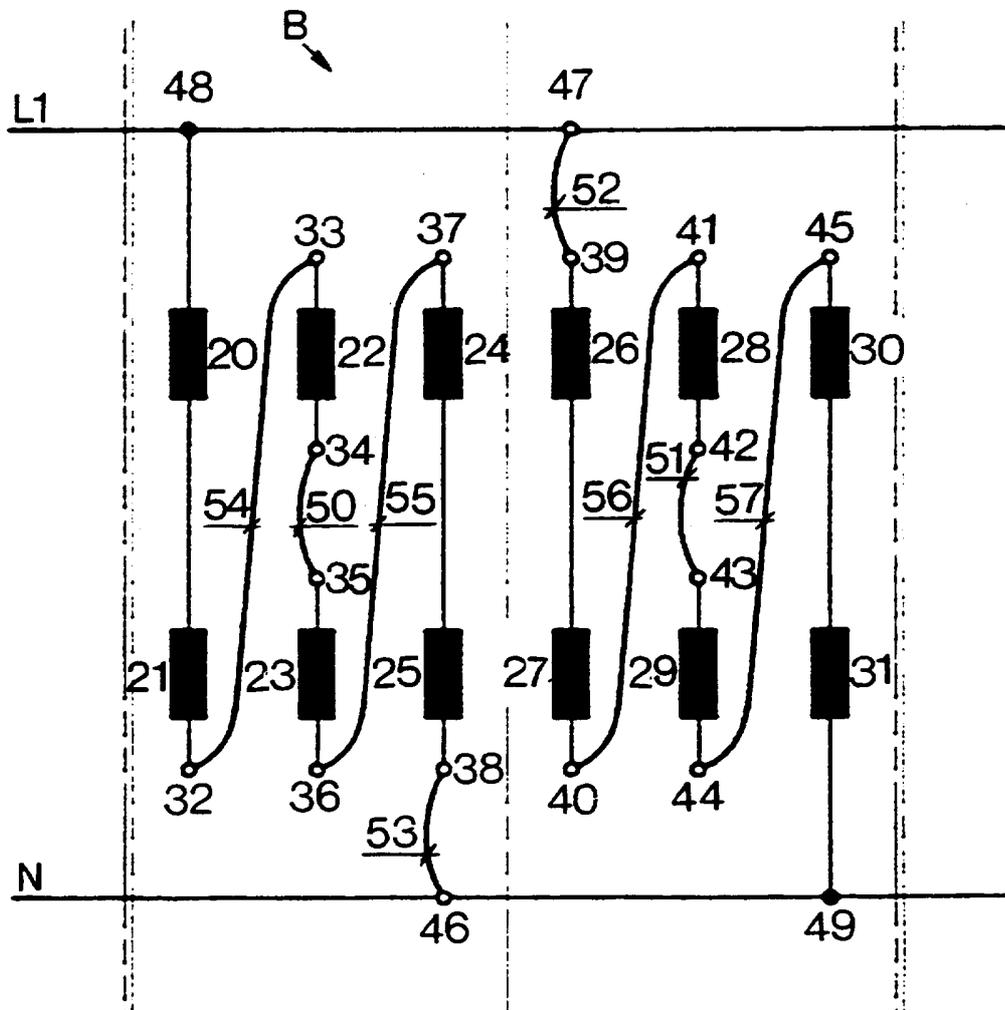
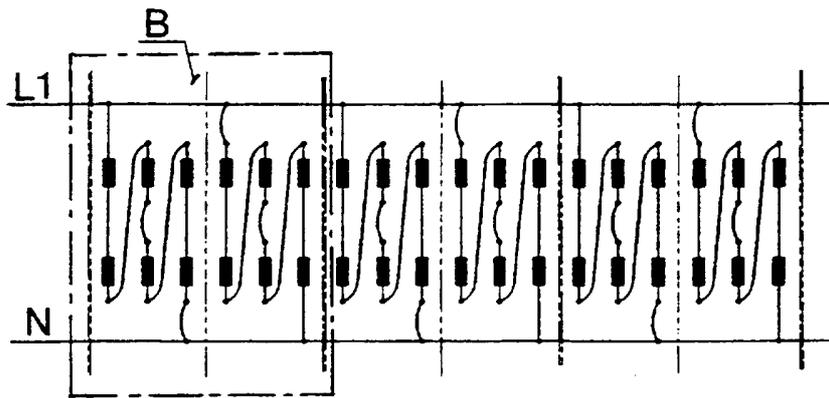


Fig. 3

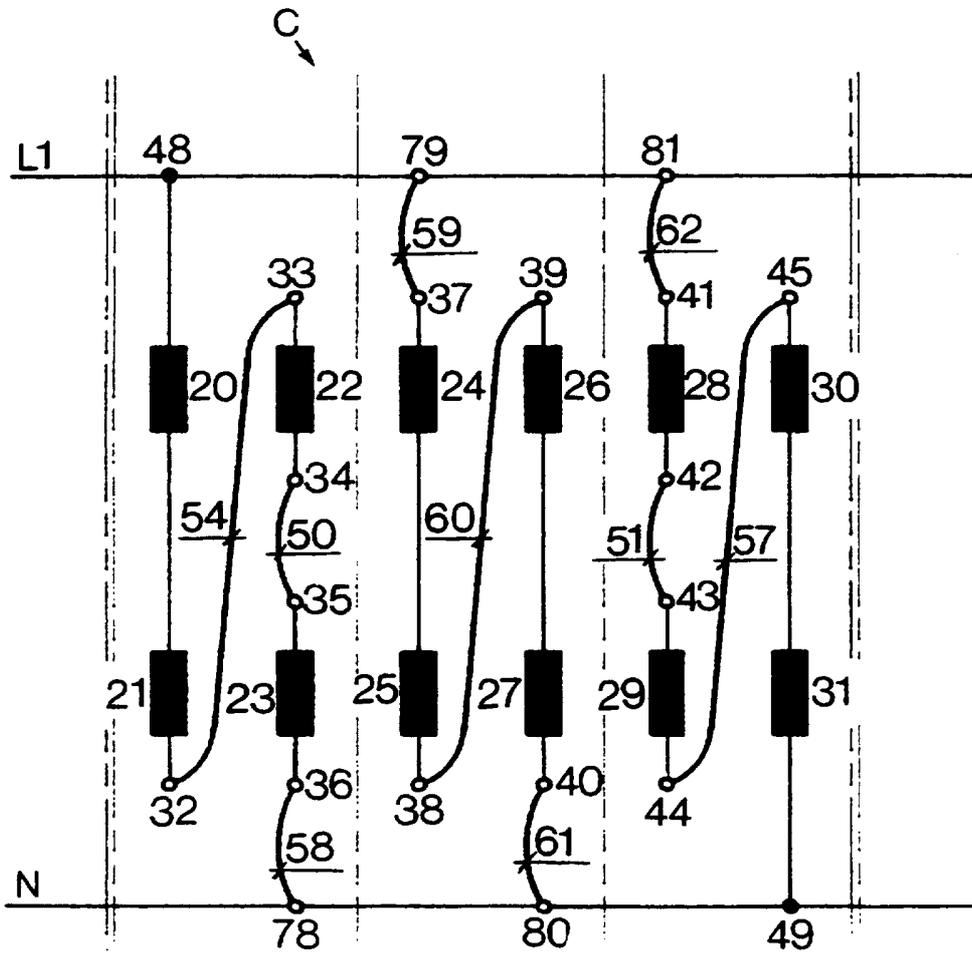
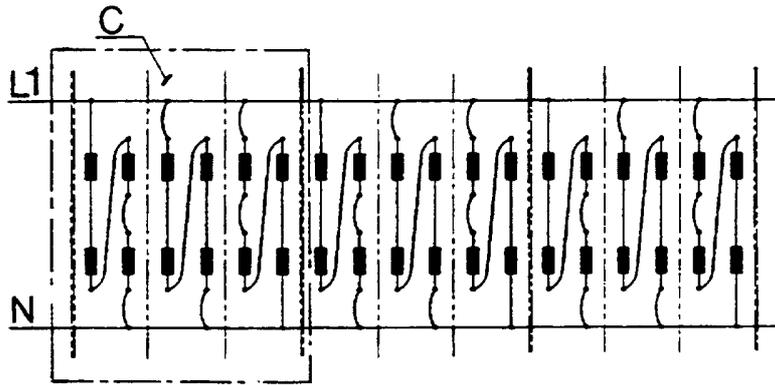


Fig. 4

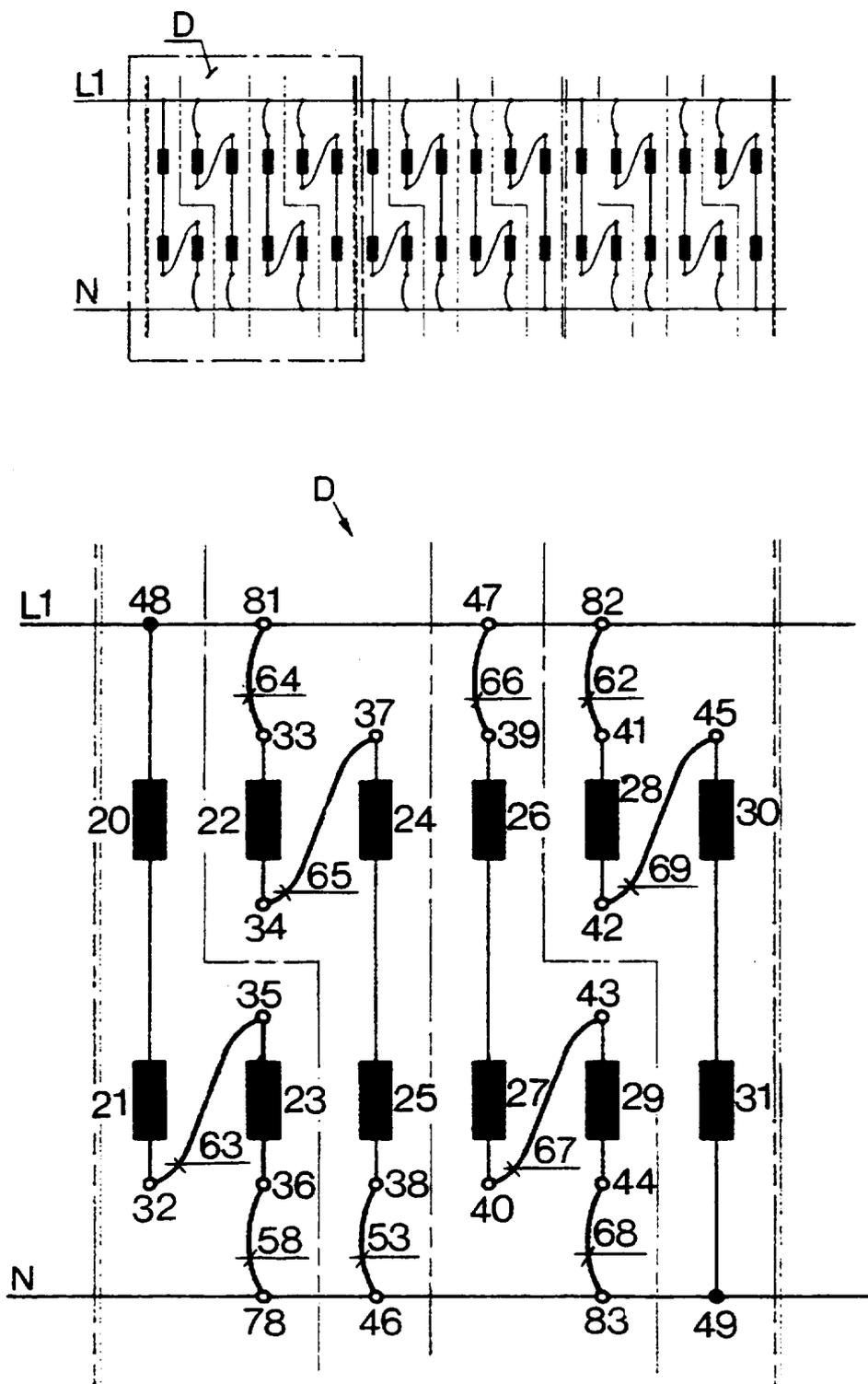


Fig. 5

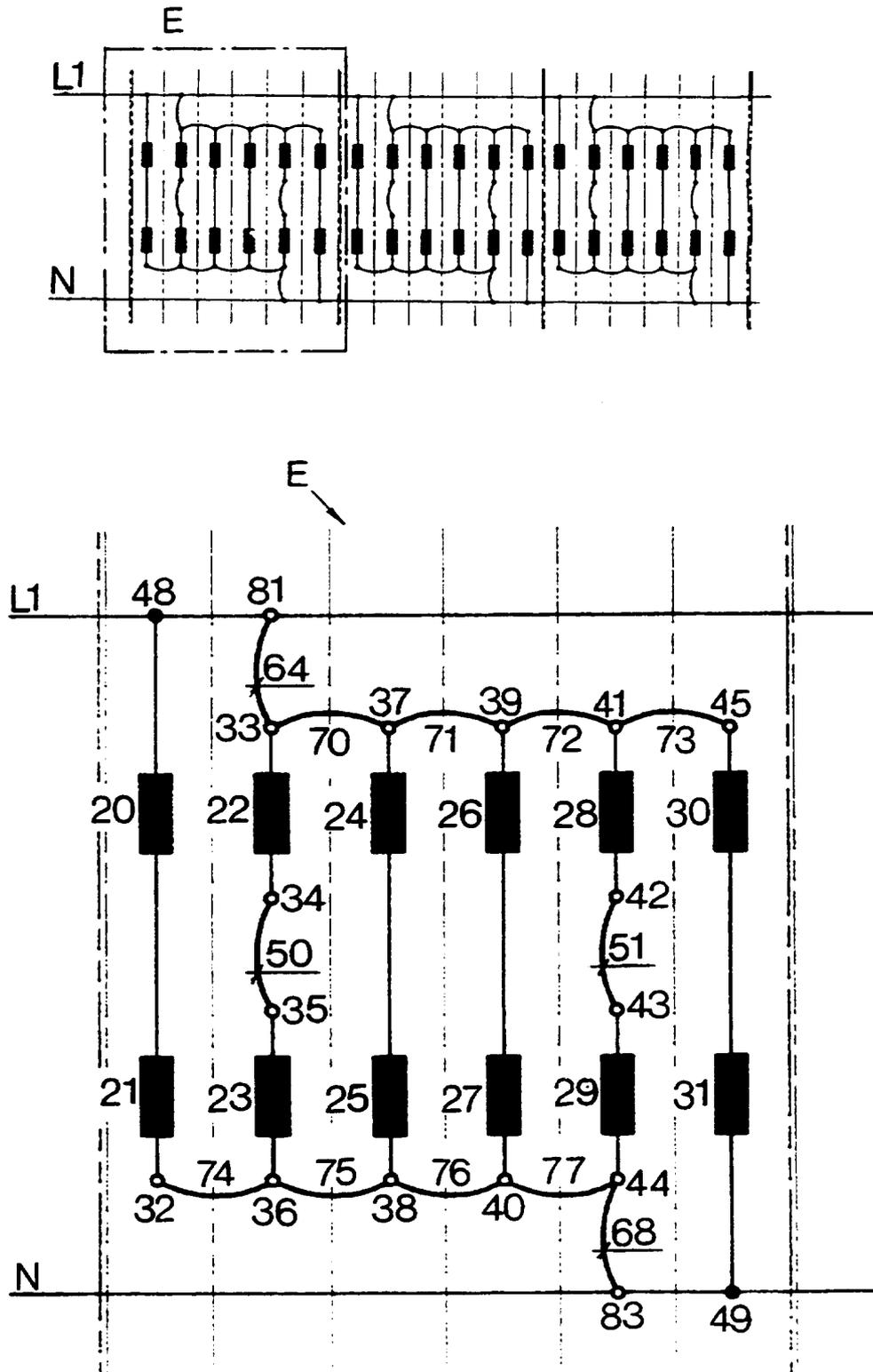


Fig. 6