



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 265 485 A1

4(51) H 01 F 29/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 F / 307 422 7

(22) 30.09.87

(44) 01.03.89

(71) VEB Transformatorenwerk „Karl Liebknecht“, Wilhelminenhofstraße 83–85, Berlin, 1160, DD

(72) Gierth, Peter, Dipl.-Ing.; Hörcher, Werner, Dipl.-Ing.; Kromat, Hans, Dr.-Ing.; Lindeberg, Hans-Eberhard; Retzlaff, Ingo, DD

(54) Feinstufenwicklung für Transformatoren

(55) Transformator, Stelltransformator, Stellwicklung, Stufenspule, Lagenspule, Steigung, Reduzierung, AW-Verteilung

(57) Die Erfindung ist anwendbar für Transformatoren, bei denen die Feinstufenwicklung aus einer Lagenspule mit ineinander, axial nebeneinanderliegend gewickelten Stufen besteht. Es soll die Steigung reduziert werden bei symmetrischer AW-Verteilung und geringsten Potentialdifferenzen zwischen benachbarten Leitern. Erreicht wird das dadurch, daß der Windungsquerschnitt der Feinstufenlage in an sich bekannter Weise aus n Drähten ($n = 2; 3; 4 \dots$) gleichen Querschnittes zusammengesetzt ist, die entsprechend der Stufenzahl mit der n -fachen Stufenwindungszahl ($n \times w$ Windungen) gewickelt sind, wobei jeweils nach Durchlaufen der Stufenwindungszahl Anzapfungen vorgesehen sind und an den mittleren Anzapfstellen jeweils ein Leiter als Anfang einer parallelen Gruppe zugefügt und an gleicher Stelle, jedoch in anderer Position ein Leiter als Ende einer parallelen Gruppe herausgeführt ist, und daß die Stufenfolge der ineinander axial nebeneinanderliegend gewickelten Einzelstufenspulen so gewählt ist, daß die Potentialdifferenz zwischen benachbarten Leitern höchstens gleich der n -fachen Stufenspannung ist. Fig. 3

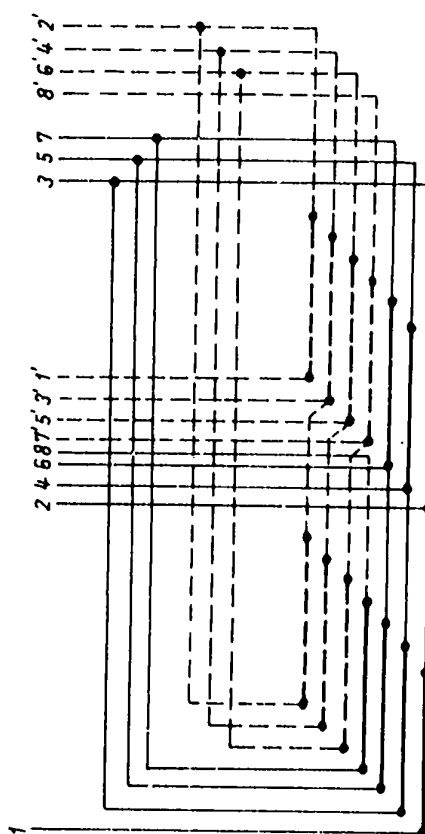


Fig. 3

Patentansprüche:

1. Feinstufenwicklung für Transformatoren, bestehend aus einer Lagenspule mit ineinander axial nebeneinanderliegend über die erforderliche Windungszahl gewickelten Stufen, wobei Anfang und Ende der Lage mit den entsprechenden Umleitungen und Klemmen eines Stufenschalters verbunden sind, bzw. mit der halben Stufenzahl entsprechenden Leitern, die axial nebeneinanderliegend über die doppelte Stufenwindungszahl gewickelt sind, wobei sie am Anfang und Ende der Lage mit den entsprechenden Umleitungen und am Anfang, am Ende und in der Mitte mit den Klemmen des Stufenschalters verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Windungsquerschnitt der Feinstufenlage in an sich bekannter Weise aus n Drähten ($n = 2; 3; 4 \dots$) gleichen Querschnittes zusammengesetzt ist, die entsprechend der Stufenzahl mit der n -fachen Stufenwindungszahl ($n \times w$ Windungen) gewickelt sind, wobei jeweils nach Durchlaufen der Stufenwindungszahl Anzapfungen vorgesehen sind und an den mittleren Anzapfungsstellen jeweils ein Leiter als Anfang einer parallelen Gruppe zugefügt und an gleicher Stelle, jedoch in anderer Position ein Leiter als Ende einer parallelen Gruppe herausgeführt ist, und daß die Stufenfolge der ineinander axial nebeneinanderliegend gewickelten Einzelstufenspulen so gewählt ist, daß die Potentialdifferenz zwischen benachbarten Leitern höchstens gleich der n -fachen Stufenspannung ist.
2. Feinstufenwicklung nach Anspruch 1 mit S ineinander axial nebeneinander gewickelten Stufen zu je W Windungen mit aus zwei Drähten zusammengesetztem Windungsquerschnitt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Stufen zu je $2 \times W$ Windungen mit halbem Windungsquerschnitt ausgeführt sind, daß nach W Windungen Anzapfungen angeordnet sind, und daß der zusätzliche Leiter als Anfang der zweiten parallelen Gruppe nach S Leitern zugefügt und an gleicher Stelle der $(\frac{S}{2} + 1)$ -te Leiter (bei $S = \text{gerade}$) bzw. der $(\frac{S+1}{2})$ -te Leiter (bei $S = \text{ungerade}$) als Ende der zweiten parallelen Gruppe (bei $S = \text{gerade}$) bzw. der ersten parallelen Gruppe (bei $S = \text{ungerade}$) herausgeführt ist.
3. Feinstufenwicklung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Transformatoren mit Mittenausleitung der Stammwicklung die beiden Hälften der Feinstufenwicklung jeweils für sich als Feinstufenlage mit reduzierter Steigung ausgebildet sind.
4. Feinstufenwicklung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Einsatz eines Stufenschalters mit zwei getrennten Strompfaden bei gleichem Wickelsinn der beiden Hälften der Stufenwicklung von der einen Hälfte die ersten (ungestrichenen), und von der anderen die zweiten (gestrichenen) Anzapfungen auf die eine Kontaktbahn des Stufenschalters geschaltet sind und analog, jedoch umgekehrt die entsprechenden Anzapfungen auf die zweite Kontaktbahn geschaltet sind, und daß bei ungleichem Wickelsinn von beiden Hälften die jeweils zweiten (gestrichenen) Anzapfungen auf die eine Kontaktbahn und die ersten (ungestrichenen) auf die andere Kontaktbahn geschaltet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist anwendbar für Transformatoren und Drosselspulen, bei denen die Feinstufenwicklung (Anzapfwicklung) aus einer Lagenspule mit ineinander, axial nebeneinander liegend gewickelten Stufen besteht.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Stufenwicklungen können als Scheiben- oder als Lagenspulen ausgeführt werden. Technologisch am einfachsten sind Lagenspulen. Feinstufenlagen für mehrere Stufen sind nach unterschiedlichen Methoden angeordnet. Die häufigste Anordnung ist in Fig. 1 dargestellt. Dabei sind die der Stufenzahl entsprechenden Leiter axial nebeneinanderliegend über die erforderliche Windungszahl gewickelt und am Anfang und Ende mit den entsprechenden Umleitungen und den Klemmen des Stufenschalters verbunden. In jeder Stellung des Stufenschalters sind die Amperewindungszahlen (AW) gleichmäßig über die Gesamtlänge der Lage verteilt. Die Potentialdifferenzen zwischen benachbarten Leitern kann man bei entsprechender Stufenanordnung (siehe Fig. 1) auf zwei Stufenspannungen begrenzen. Die Steigung solcher Lagen ergibt sich aus dem Axialmaß der isolierten Leiter, der Zahl der in einer Windung parallel geschalteten Leiter und der Zahl der Stufen in der Lage. Bei W Windungen in einer Stufe wird $\frac{1}{w+1}$ der geometrischen Länge der Lage für die Steigung in Anspruch genommen.

Nachteilig ist also, daß bei kleinen Windungszahlen W ein wesentlicher Anteil der axialen Wickellänge für die Steigung verlorengeht und außerdem ergeben sich technologische Schwierigkeiten, die Lage fest zu wickeln und zu halten.

Eine zweite bekannte Anordnung ist in Fig. 2 dargestellt. Sie wird bei geringer Stufenwindungszahl angewendet. Dabei sind die der halben Stufenzahl entsprechenden Leiter axial nebeneinanderliegend über die doppelte erforderliche Stufenwindungszahl gewickelt und am Anfang und Ende der Lage mit den entsprechenden Umleitungen und am Anfang, am Ende und in der Mitte mit den Klemmen des Stufenschalters verbunden. Die Steigung in der Lage ist gegenüber der ersten Anordnung auf $\frac{1}{2w+1}$

der geometrischen Lagenlänge reduziert. Nachteilig ist jedoch, daß die Potentialdifferenz zwischen benachbarten Leitern die 4fache Stufenspannung beträgt. Weiterhin tritt bei den in Lagenmitte angezapften Stellungen eine unsymmetrische Amperewindungsverteilung über die Lage auf.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, eine als Lagenwicklung ausgebildete Stufenwicklung anzugeben, bei der die ökonomische Nachteile bekannter Anordnungen bei relativ einfacher Herstellung vermieden werden.

Wesen der Erfindung

Die technische Aufgabe

Der Erfindung liegt als Aufgabe die Reduzierung der Steigung in Feinstufenlagen bei symmetrischer AW-Verteilung und geringsten Potentialdifferenzen zwischen benachbarten Leitern zu Grunde, wobei die Feinstufenlagen zudem fest wickel- und haltbar sein sollen.

Die technischen Mittel zur Lösung der Aufgabe

Erfindungsgemäß ist die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Windungsquerschnitt der Feinstufenlage in an sich bekannter Weise aus n Drähten ($n = 2; 3; 4 \dots$) gleichen Querschnittes zusammengesetzt ist, die entsprechend der Stufenzahl mit der n -fachen Stufenwindungszahl ($n \times w$ Windungen) gewickelt sind, wobei jeweils nach Durchlaufen der Stufenwindungszahl Anzapfungen vorgesehen sind, und an den mittleren Anzapfstellen, jeweils ein Leiter als Anfang einer parallelen Gruppe zugefügt und an gleicher Stelle, jedoch in anderer Position, ein Leiter als Ende einer parallelen Gruppe herausgeführt ist, und daß die Stufenfolge der ineinander nebeneinander gewickelten Einzelstufenspulen so gewählt ist, daß die Potentialdifferenz zwischen benachbarten Leitern höchstens gleich der n -fachen Stufenspannung ist.

Die Vorteile dieser Anordnung sind:

— Die Steigung der Lagenspule ist $\frac{1}{n \times w + 1}$ statt $\frac{1}{w + 1}$,

— gleichmäßige AW-Verteilung bei jeder Stellung des zugehörigen Stufenschalters.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung für eine Feinstufenwicklung aus einer Lagenspule mit Umleitungen mit s ineinander axial nebeneinander gewickelten Stufen zu je w Windungen mit aus zwei Drähten zusammengesetzten Windungsquerschnitt ist vorgesehen, daß die einzelnen Stufen zu je $2 \times w$ Windungen mit halbem Windungsquerschnitt ausgeführt sind, daß nach w Windungen Anzapfungen angeordnet sind, und daß der zusätzliche Leiter als Anfang der zweiten parallelen Gruppe nach s

Leitern zugefügt und an gleicher Stelle der $(\frac{s}{2} + 1)$ -te Leiter (bei $s = \text{gerade}$) bzw. der $(\frac{s+1}{2})$ -te Leiter (bei $s = \text{ungerade}$) als Ende

der zweiten parallelen Gruppe (bei $s = \text{gerade}$) bzw. der ersten parallelen Gruppe (bei $s = \text{ungerade}$) herausgeführt ist.

Vorteilhafterweise sind bei Transformatoren mit Mittenausleitung der Stammwicklung die beiden Hälften der Feinstufenwicklung jeweils für sich als Feinstufenlage mit reduzierter Steigung ausgebildet. — Bei Einsatz eines Stufenschalters mit zwei getrennten Strompfaden sind dabei bei gleichem Wickelsinn der beiden Hälften der Stufenwicklung von der einen Hälfte die ersten (die ungestrichenen) und von der anderen Hälfte die zweiten (die gestrichenen) Anzapfungen auf die eine Kontaktbahn des Stufenschalters geschaltet und analog, jedoch umgekehrt die entsprechenden Anzapfungen auf die zweite Kontaktbahn geschaltet, und bei ungleichem Wickelsinn von beiden Spulenhälften die jeweils zweiten (die gestrichenen) Anzapfungen auf die eine Kontaktbahn und die jeweils ersten (ungestrichenen) auf die andere Kontaktbahn geschaltet.

Technologisch wird das Herausführen und Neueinführen eines Leiters an den mittleren Anzapfstellen so durchgeführt, daß der herausgeführte Leiter aus der Lage herausgehoben und in die Position des neu beginnenden gebracht und dann weitergewickelt wird. Die Überführung des Leiters von der alten in die neue Position wird später durchschnitten und die beiden Enden werden zu den Klemmen geführt. Die Gesamtheit der Vorteile gestattet eine platzsparende Ausführung von Stufenwicklungen, deren Stufen nur wenige Windungen haben, und infolgedessen auch eine günstige Ausführung des gesamten Aktivteils sowie des Kessels.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: Eine erste bekannte Anordnung in schematischer Darstellung;
- Fig. 2: eine zweite bekannte Anordnung in schematischer Darstellung;
- Fig. 3: die erfindungsgemäße Anordnung in schematischer Darstellung für 7stufige Lagenspulen mit zwei parallelen Zweigen,
- Fig. 4a: die erfindungsgemäße Anordnung für eine 7stufige Lagenspule mit zwei parallelen Zweigen;
- Fig. 4b: die genaue Leiterführung in der Lagenmitte;
- Fig. 5a: die erfindungsgemäße Anordnung für eine 6stufige Lagenspule mit zwei parallelen Zweigen und
- Fig. 5b: die genaue Leiterführung in der Lagenmitte.

Entsprechend Fig. 3 sind bei Zweiteilung des Windungsquerschnittes die Leiter entsprechend der Stufenzahl axial nebeneinanderliegend in der doppelten Stufenwindungszahl gewickelt. In der Mitte sind sie auch an den Enden angezapft, wobei das Leiterende, das der höchsten Stellung entspricht, herausgeführt ist und gleichzeitig ein neuer Leiter als Beginn eines neuen Zweiges eingeführt ist. Die ineinander gewickelten und in der Lage axial nebeneinander angeordneten Gänge sind hier als übereinanderliegende Strecken gezeichnet. Die zwei parallelen Zweige sind dadurch zu unterscheiden, daß der eine mit durchgezogenen und der andere mit gestrichelten Linien dargestellt ist. Analog sind die Klemmen 1 bis 8 des einen Zweiges ungestrichen und die Klemmen 1' bis 8' des anderen gestrichen bezeichnet. Aus dieser Prinzipskizze ist zu erkennen, daß durch die Aufteilung des Windungsquerschnittes in zwei parallele Zweige und ihre Anordnung axial nebeneinander mit den beiden um eine halbe Lagenlänge versetzten Eingängen 1 und 1' bzw. Ausgängen 8 und 8' eine Anordnung geschaffen ist, bei der einerseits die Lage weiterhin durchgängig und zwar mit der doppelten Stufenwindungszahl gewickelt ist, andererseits dabei die Vorteile

- Steigung der Lagenstufe geringer ($\frac{1}{2w+1}$ statt wie bisher $\frac{1}{w+1}$);
- gleichmäßige AW-Verteilung bei jeder Stellung des Stufenschalters;
- Potentialdifferenz zwischen benachbarten Leitern höchstens doppelte Stufenspannung bei der nach Fig. 3 geeignet gewählten Anordnung der Anzapfungen gemeinsam wirksam werden.

In Fig. 4a ist eine 7stufige Feinstufenanlage mit zwei parallelen Zweigen dargestellt. Sie ist für alle Stufenspulen mit ungerader Stufenzahl und zwei parallelen Zweigen repräsentativ. Die sieben Leiter sind von links beginnend über w Windungen bis zur Mitte gewickelt, dann angezapft und über weitere w Windungen bis zum rechten Lagenende gewickelt. In Lagenmitte ist, wie in Fig. 4b gezeigt, der Leiter 8 über die Leiter 7', 5', 3' hinweg in die Position des Leiters 1' gebracht und weitergewickelt. Die Leiter 7', 5', 3' rücken an den Leiter 6 heran, so daß kein zusätzlicher Platz gebraucht wird.

Die einfachen Bezeichnungen in Bild 4a und 4b kennzeichnen den einen Zweig und die gestrichenen den anderen. Anzapfungen mit gleicher Nummer führen auf den gleichen Stufenschalterkontakt bzw. bei Stufenteilung durch die Kontakte auf Kontakte gleichen Potentials. Im Bild 5a ist analog eine 6stufige Feinstufenanlage mit zwei parallelen Zweigen als Repräsentant für Stufenspulen mit gerader Stufenzahl dargestellt. Bild 5b zeigt die genaue Leiterführung in Lagenmitte.

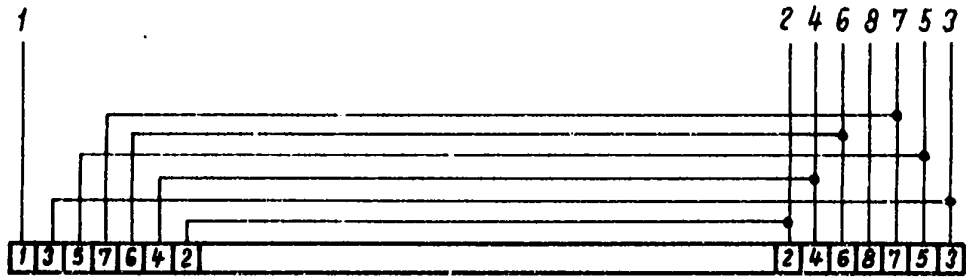


Fig. 1

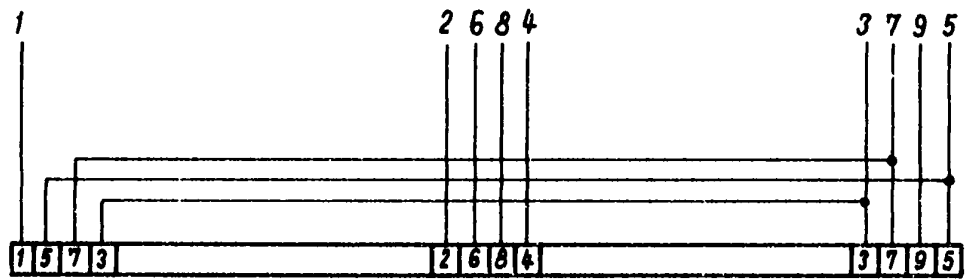


Fig. 2

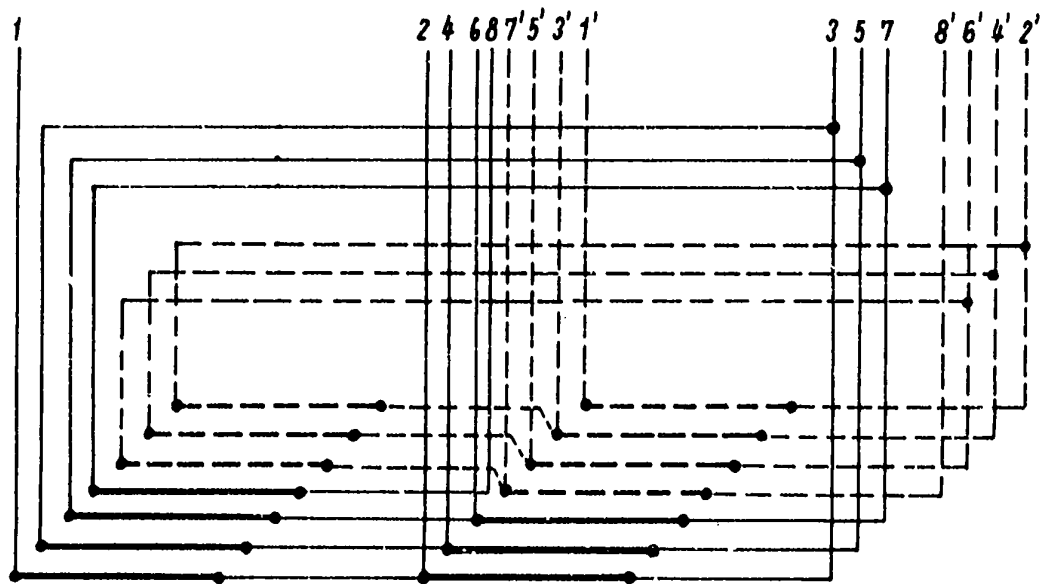


Fig. 3

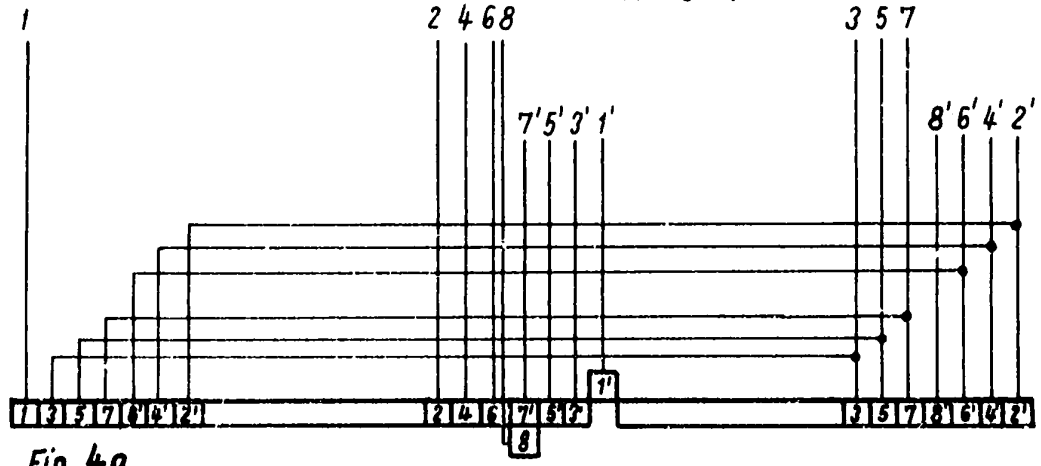


Fig. 4a

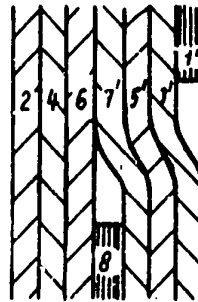


Fig. 4b

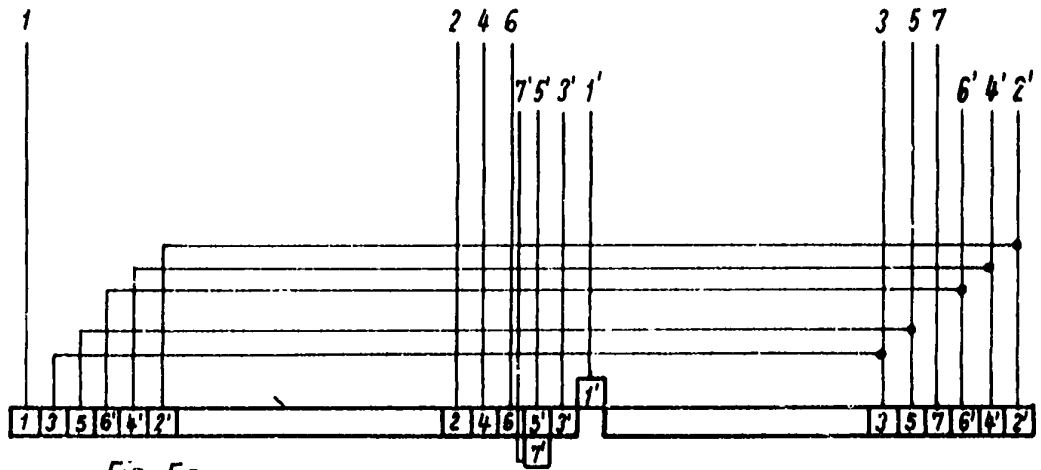


Fig. 5a

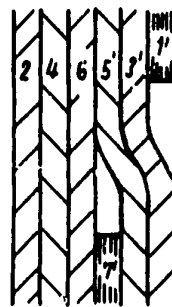


Fig. 5b