



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**22.11.95 Patentblatt 95/47**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup> : **H01F 29/02**

②① Anmeldenummer : **92106344.2**

②② Anmeldetag : **13.04.92**

⑤④ **Einstellvorrichtung.**

③⑩ Priorität : **23.04.91 DE 4113243**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**28.10.92 Patentblatt 92/44**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**22.11.95 Patentblatt 95/47**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT DE GB NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 355 023**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**DE-A- 2 034 638**  
**DE-A- 3 047 521**  
**DE-B- 1 763 020**  
**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no.**  
**376 (E-563)8. Dezember 1987 & JP-A-62 145**  
**710 (TOSHIBA) 29 Juni 1987**

⑦③ Patentinhaber : **SIEMENS**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80333 München (DE)**

⑦② Erfinder : **Pertot, Dusan, Dipl.-Ing.**  
**Herschelstrasse 31**  
**W-8500 Nürnberg 70 (DE)**

**EP 0 510 474 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einstellen der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen von wenigstens zwei Drehstromnetzen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beim Verbinden von Drehstromnetzen besteht oft die Problematik, daß zwischen den Spannung der Drehstromnetze eine Phasenverschiebung besteht oder eine definierte Phasenverschiebung zwischen diesen Drehstromnetzen erzeugt werden soll. Dazu sind in der Vergangenheit verschiedene Lösungen gefunden worden. Einige dieser Lösungen sind aus den BBC-Mitteilungen 8-72, Seiten 376 bis 383 zu entnehmen. Diese sind z.B. die direkte Quer- oder Schrägregelung. Insbesondere auf den Seiten 378 und 379 sind einfache Schaltungsmöglichkeiten mit nur einem Transformator aufgezeigt, bei denen die Phasen des einen Drehstromnetzes über jeweils eine einstellbare Stufenwicklung des Transformators mit den Phasen des anderen Drehstromnetzes verbunden sind. Die an den einzelnen Stufenwicklungen anliegende Zusatzspannung ist jeweils gegenüber der Phasenspannung der Drehstromnetze phasenverdrehend. Diese Ausführungsformen haben gemeinsam, daß sie hinsichtlich großer Phasenwinkel und hoher Spannungen nur begrenzt einsetzbar sind.

Aus der DE-PS 30 47 521 ist ein dreiphasiger Netzkupplungstransformator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, bei dem die Ober- und Unterspannungswicklungen jeweils mit einer Stufenwicklung verbunden sind, wobei die Abgriffe der jeweiligen Stufenschalter von Ober- und Unterspannungswicklungen jeweils einen gemeinsamen Sternpunkt bilden. Die Stufenwicklungen sind jeweils für sich umpolbar, so daß bei diesem Netzkupplungstransformator der Spannungsvektor einer überspannungsseitigen Stufenwicklung um  $+60^\circ$  bzw.  $-120^\circ$  und der Spannungsvektor einer unterspannungsseitigen Stufenwicklung um  $-60^\circ$  bzw.  $+120^\circ$  und umgekehrt gegenüber dem Spannungsvektor der jeweiligen Stammwicklung verdreht ist.

Nachteilig bei dieser Ausführung ist, daß bei der  $60^\circ$ - und bei der  $120^\circ$ -Schaltung der Stufenwicklungen ungleiche Winkel zwischen den Spannungen der zu verbindenden Netze entstehen. Somit kann dieser Transformator für die Einstellung der Phasenverschiebung in beiden Richtungen ohne Änderung der Übersetzung nur begrenzt, d.h. nur bei kleinen Winkeln, eingesetzt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die oben genannten Nachteile zu beseitigen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einer Vorrichtung nach den Merkmalen des Anspruchs 1. Auf diese Weise ist eine symmetrische Änderung der Schrägspannung möglich, ohne daß das Übersetzungsverhältnis geändert wird. Dabei können große Phasenverschiebungswinkel eingestellt werden.

Eine weitere erfindungsgemäße Lösung ist mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gegeben.

Bevorzugte Ausführungen der Vorrichtung sind in den Ansprüchen 2 und 3 angegeben. Diese Ausführungen sind besonders einfach in ihrem Aufbau und eignen sich insbesondere für solche Anwendungsfälle, bei denen eine Sparschaltung nicht anwendbar und ein Transformatorensatz wirtschaftlich nicht vertretbar ist.

Bei einer Ausführung gemäß Anspruch 4 kann die Phasenverschiebung in sehr feinen Stufen eingestellt werden. Die Ausführungen nach Anspruch 6 und 7 lassen sich mit Vorteil anwenden, falls ein großer Einstellbereich für die Phasenverschiebung gefordert ist. Die obengenannten Vorteile gelten für die Lösung gemäß Anspruch 8 sinngemäß.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung. Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung und in Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 eine schematische Darstellung der Vorrichtung,
- FIG 2 eine Vorrichtung in Ausbildung mit einem Transformator,
- FIG 3 eine Vorrichtung nach FIG 2 mit Schaltgruppenwähler, und
- FIG 4 eine Vorrichtung in Ausbildung als Transformatorensatz.

In vermaschten Hochspannungsnetzen ergibt sich oft die Notwendigkeit, neben der Blindleistungsflußsteuerung durch Veränderung der Spannungshöhe (Einfügung einer "Längs-Zusatzspannung" in das Spannungssystem) auch die Wirkleistungsaufteilung nach Bedarf zu beeinflussen. Dies wird erreicht, indem der Spannungs- Phasenverschiebungswinkel (im weiteren Text kurz Phasenverschiebung genannt) durch Einfügung einer "Quer-Zusatzspannung" in das Spannungssystem verändert wird. Zu diesem Zweck werden Transformatoren oder Transformatorensätze für eine stufenweise Einstellung der Phasenverschiebung unter Last - auch Querspannungsregler genannt - eingesetzt.

In FIG 1 ist hierzu eine prinzipielle Anordnung gezeigt. Dabei sind zwei Drehstromnetze A, B über eine Vorrichtung 1a zur Einstellung des Winkels der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen der Drehstromnetze A, B miteinander verbunden. Die Vorrichtung 1a beinhaltet einen Transformator 3, der die Drehstromnetze A, B galvanisch voneinander trennt. Die Vorrichtung 1a erlaubt dabei, daß entweder die Drehstromnetze A, B mit einer vorgegebenen Phasenverschiebung miteinander gekoppelt werden, oder - falls keine Phasenverschiebung besteht - diese mit der Vorrichtung 1a eingestellt wird.

Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele sind bei dreiphasigen Volltransformatoren anwendbar und für fol-

gende Anwendungsfälle besonders geeignet:

- a) Leerlauf-Spannungswinkel  $\alpha \geq \pm \sim 30^\circ$ , und
- b) Leerlauf-Spannungswinkel  $\alpha < \pm \sim 30^\circ$ , wenn eine Sparschaltung aus netzbetrieblichen Gründen ausscheidet.

5 Im Fall a) ist der Volltransformator oft wirtschaftlich gerechtfertigt, im Fall b) aus technischen Gründen erforderlich.

Die Vorrichtung ist anwendbar sowohl beim Übersetzungsverhältnis 1:1 als auch bei von 1:1 verschiedenen Übersetzungsverhältnissen des Transformators.

10 In FIG 2 ist eine Vorrichtung 1b für einen Einsatz gemäß FIG 1 gezeigt, die nur einen Transformator 3a umfaßt. Der Transformator 3a hat eine erste und eine zweite Gruppe von Wicklungen 6u, 6v, 6w bzw. 6r, 6s, 6t, die auch als Primär- und Sekundärwicklungen oder Ober- und Unterspannungswicklungen bezeichnet werden können. In den nachfolgenden Ausführungen wird nur Bezug auf die erste Gruppe der Wicklungen 6u, 6v, 6w und die dieser zugeordneten Bauteile genommen. Die Erläuterungen gelten sinngemäß für die zweite Gruppe.

15 Die einzelnen Wicklungen 6u, 6v, 6w der ersten Gruppe sind jeweils als Stammwicklung ausgebildet und jeweils zusammen mit einer Stufenwicklung 8u, 8v, 8w auf jeweils einem Schenkel des Kerns des Transformators 3a angeordnet. Die Stufenwicklungen 8u, 8v, 8w der ersten Gruppe sind über einen Sternpunkt-Stufenschalter, der die Stufenschalter 9u, 9v, 9w umfaßt, mit dem Sternpunkt 10a der ersten Gruppe verbunden. Die jeweils den Wicklungen 6u, 6v, 6w zugewandten Enden der Stufenwicklungen 8u, 8v, 8w sind über als  
20 gemeinsamer Wähler ausgebildete Schalter 7u, 7v, 7w mit den Wicklungen 6u, 6v, 6w zyklisch vertauscht verbunden. Die Schalter 7u, 7v, 7w des Wählers bewirken nicht - wie beim Stand der Technik - die Zu- und Gegenschaltung der Stufenwicklungen 8u, 8v, 8w, sondern schalten bei Betätigung die Stufenwicklungen 8u, 8v, 8w von einer Nachbarphase der Wicklung 6u, 6v, 6w zur anderen Nachbarphase im Sinne einer zyklischen Vertauschung um. Bei der gezeigten Schalterstellung "+" ist z. B. die Wicklung 6v über den Schalter 7u, die Stufenwicklung 8u und den Stufenschalter 9u mit dem Sternpunkt 10a verbunden. Der Spannungsvektor der Stufenwicklung 8u weist dabei die gleiche Richtung wie der Spannungsvektor der Wicklung 6u auf. Der Stufenschalter 9u befindet sich in der Schaltstellung n, bei der die gewünschte Schrägspannung einen maximalen Wert hat. In der Position K der Stufenschalter 9u, 9v, 9w, in der die Wicklungen 6u, 6v, 6w direkt an den Sternpunkt 10a angeschlossen sind, können die Schalter 7u, 7v, 7w betätigt werden. Stehen die Stufenschalter 9u, 9v, 9w in Stellung K, so können nach einem weiteren Schaltbefehl die Schalter 7u, 7v, 7w des Wählers in Position "-" geschaltet werden, wodurch eine Umkehr der Spannung an der Stufenwicklung 8u von beispielsweise  
30  $+120^\circ$  nach  $-120^\circ$  gegenüber der Spannung der Wicklung 6v bewirkt wird. Mit dem Wähler kann also die gewünschte Richtung der Phasenverschiebung vorgegeben werden. Der beschriebene Schaltablauf wird mechanisch durch Umkehrgetriebe erzielt. Die Stufenschalter 9u bis 9t können dabei gleichzeitig von einem gemeinsamen Motorantrieb angetrieben werden.

Mit einem Volltransformator, welcher zwei Stufenwicklungen in der beschriebenen sogenannten Umkehrwähler-Schaltung hat, deren Wicklungsstränge wie gezeigt mit den Stammwicklungssträngen der Nachbarphasen verbunden sind, ist eine stufenweise Einstellung des Spannungswinkels von  $+\alpha$  über  $\alpha = 0^\circ$  bis  $-\alpha$  unter Last (ohne zusätzliche Einrichtungen, z.B. Umsteller) möglich. Spannungswinkel bis  $60^\circ$  und darüber  
40 (Leerlaufwert) können, ohne die Spannungsgröße zu verändern, eingestellt werden.

Bisher wurden auch schon für bestimmte Anwendungen (für Winkel bis  $60^\circ$  und darüber) Transformatorrensätze in Sparschaltung eingesetzt. Dabei ergab sich die bekannte Problematik der Kurzschlußfestigkeit bei zwei getrennten Transformatoren und die entsprechend aufwendigen konstruktiven Maßnahmen zur Verhinderung von Kurzschlüssen zwischen den beiden Transformatoren. Ungünstig war es auch weiter, daß bei  
45 Phasenwinkeln von  $\alpha = 60^\circ$  der Erregertransformator eine Typenleistung von 87 % und der Zusatztransformator eine Typenleistung von 100 % der Durchgangsleistung haben mußte. Dadurch ergab sich eine installierte Leistung von 187 % der Durchgangsleistung. Die hier vorgeschlagene Lösung weist demgegenüber eine Typenleistung von nur 150 % der Durchgangsleistung auf. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß in der Anlage eine kleinere Fundamentfläche benötigt wird.

50 Anstelle eines Transformatorrensatzes ist auch ein einzelner Transformator in Dreieck-Sparschaltung mit sechs Einphasenstufenschaltern denkbar. Obwohl seine Typenleistung bei  $\alpha = 60^\circ$  etwa 100 % der Durchgangsleistung beträgt, ist der Transformator in dieser Schaltung sehr begrenzt einsetzbar. Scheidet er aus technischen oder auch wirtschaftlichen Gründen aus, so kann auch dieser durch die hier vorgeschlagene Lösung ersetzt werden.

55 FIG 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Vorrichtung 1c zusätzlich für die zweite Gruppe von Wicklungen 6r, 6s, 6t einen Schaltgruppenwähler 11r, 11s, 11t umfaßt. Der Schaltgruppenwähler 11r, 11s, 11t kann dabei als motorisch oder manuell angetriebener Umsteller ausgebildet sein. Er kann jedoch auch beispielsweise mit Schraubverbindungen (Umkklemmeinrichtung) realisiert sein. Der Schaltgruppenwähler 11r,

11s, 11t bewirkt durch zyklisches Vertauschen der Phasen untereinander eine zweifache Änderung der Schaltgruppe des Transformators 3b.

Bei dieser Ausführung der Vorrichtung 1c kann zunächst durch den Schaltgruppenwähler 11r, 11s, 11t eine Verschiebung des Phasenwinkels um  $\pm 120^\circ$  erzielt werden. Diese Einstellung erfolgt im spannungslosen Zustand. Nach dieser "Grob-Vorwahl" kann zusätzlich anhand der Stufenschalter 9u, 9v, 9w bzw. 9r, 9s, 9t und der Schalter 7u, 7v, 7w bzw. 7r, 7s, 7t eine Feineinstellung des Phasenwinkels vorgenommen werden, so daß beispielsweise ein Einstellbereich von  $+60$  bis  $180^\circ$  erzielbar ist. Auf diese Weise kann eine Phasenverschiebung bis zu  $\pm 180^\circ$  eingestellt werden. Selbstverständlich kann auch für beide Gruppen der Stufenwicklungen 8u, 8v, 8w bzw. 8r, 8s, 8t jeweils ein Schaltgruppenwähler vorgesehen werden. Die Ausführung gemäß FIG 3 kann auch dahin modifiziert werden, daß der Transformator 3b die Schaltgruppe Yy6 statt Yy0 hat.

FIG 4 zeigt eine Einstellvorrichtung 1d, die zwei Transformatoren 3c, 3d umfaßt. Die Transformatoren 3c, 3d bilden einen Transformatorensatz, wobei der eine Transformator als Erregertransformator 3c und der andere Transformator als Zusatztransformator 3d dient. Die Wicklungen 6u bis 6t beider Transformatoren 3c, 3d, die an die Drehstromnetze A, B angeschlossen werden, sind jeweils entsprechend den Ausführungen nach den Figuren 2 und 3 ausgebildet. Dabei ist die erste Gruppe von Wicklungen 6u, 6v, 6w auf dem Erregertransformator 3c und die zweite Gruppe von Wicklungen 6r, 6s, 6t auf dem Zusatztransformator 3d angeordnet.

Die dem jeweiligen Transformator 3c bzw. 3d jeweils zugehörigen "sekundärseitigen" Koppelwicklungen 13u, 13v, 13w, bzw. 13r, 13s, 13t (auch Zwischenkreiswicklungen genannt) sind jeweils in Stern geschaltet und miteinander verbunden. Die Koppelwicklungen 13r, 13s, 13t des Zusatztransformators 3d weisen zusätzlich einen Schaltgruppenwähler 11r, 11s, 11t auf, der eine fünffache Verstellbarkeit der Phasenverschiebung in Schritten von  $60^\circ$  erlaubt. Auf diese Weise können Einstellbereiche gewählt werden, die sich überlappen. Die Schaltgruppenwähler aller aufgezeigten Ausführungen können im übrigen als Umsteller oder als Umklemmeinrichtung ausgeführt sein.

Die nachstehende Tabelle zeigt welche Einstellbereiche erzielt werden können:

| Schaltgruppe         | Yy0       | Yy2          | Yy4           | Yy6         | Yy8           | Yy10         |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
| Eingestellter Winkel | $0^\circ$ | $- 60^\circ$ | $- 120^\circ$ | $180^\circ$ | $+ 120^\circ$ | $+ 60^\circ$ |
| Umstellereinstellung | 1         | 2            | 3             | 4           | 5             | 6            |

Durch gleichzeitige Betätigung der beiden "Sternpunkt-Stufenschalter" werden dann die spannungslos eingestellten Winkel stufenweise unter Last verändert und zwar von

|     |               |     |               |            |          |               |            |
|-----|---------------|-----|---------------|------------|----------|---------------|------------|
| von | $+ 60^\circ$  | bis | $+ 60^\circ$  | $+ \alpha$ | bzw. bis | $+ 60^\circ$  | $- \alpha$ |
|     | $+ 120^\circ$ |     | $+ 120^\circ$ | $+ \alpha$ | bzw. bis | $+ 120^\circ$ | $- \alpha$ |
|     | $180^\circ$   |     | $180^\circ$   | $+ \alpha$ | bzw. bis | $180^\circ$   | $- \alpha$ |
|     | $- 120^\circ$ |     | $- 120^\circ$ | $+ \alpha$ | bzw. bis | $- 120^\circ$ | $- \alpha$ |
|     | $- 60^\circ$  |     | $- 60^\circ$  | $+ \alpha$ | bzw. bis | $- 60^\circ$  | $- \alpha$ |

Durch die aufgezeigten Verstellmöglichkeiten kann der genannte Einstellbereich der Vorrichtung 1c also  $360^\circ$  umfassen, wobei eine Überlappung der einzelnen  $60^\circ$ -Stufen um weitere  $60^\circ$  möglich ist. Diese Ausführung hat den Vorteil, daß eine Einstellung des Phasenwinkels unter Last einstellbereichsüberlappend möglich ist. Die Koppelwicklungen 13u, 13v, 13w des Erregertransformators 3c können auch in Dreieck geschaltet werden, so daß der Transformatorensatz die Schaltgruppe Yy0 oder Yy6 aufweist.

Bei den hier beschriebenen Ausführungen als Transformator bzw. Transformatorensatz können alle Betriebssicherungsmaßnahmen, die für Netzkuppltransformatoren anzuwenden sind, vorgesehen werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (1d) zum Einstellen der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen von wenigstens zwei Drehstromnetzen (A,B) mit einer ersten und einer zweiten Gruppe von Transformator-Wicklungen

- (6r bis 6w), die jeweils einem der Drehstromnetze (A,B) zugeordnet sind, wobei jede Wicklung (6r bis 6w) jeder Gruppe über jeweils eine schaltbare Stufenwicklung (8r bis 8w) mit dem Sternpunkt (10a,10b) der jeweiligen Gruppe verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils einer Gruppe zugeordneten Stufenwicklungen (8r bis 8w) zyklisch umschaltbar sind und die zwei Gruppen von Wicklungen (6r bis 6w) mit ihren jeweiligen Stufenwicklungen (8r bis 8w) jeweils Teile von getrennten Transformatoren (3c,3d) sind, wobei die Transformatoren (3c,3d) über jeweilige Koppelwicklungen (13r bis 13w) miteinander verbunden sind (FIG 4).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stufenwicklungen (8r bis 8w) derart umschaltbar sind, daß der Spannungsvektor jeder einzelnen Stufenwicklung (8r bis 8w) entweder um  $+120^\circ$  oder um  $-120^\circ$  gegenüber dem Spannungsvektor der ihr zugeschalteten Wicklung (6r bis 6w) verdreht ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stufenwicklungen (8r bis 8w) mittels Stufenschalter (9r bis 9w) umschaltbar sind, wobei die Stufenschalter (9r bis 9w) einen gemeinsamen Motorantrieb aufweisen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Stufenschaltern (9r bis 9w) und dem Motorantrieb ein Aussetzgetriebe für ein wechselseitiges Betätigen der Stufenschalter (9r bis 9w) der zwei Gruppen angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Gruppe von Wicklungen (6r bis 6t) oder Koppelwicklungen (13r,13s,13t) einen Schaltgruppenwähler (11r bis 11t) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schaltgruppenwähler (11r bis 11t) in Schritten von  $\pm 120^\circ$  schaltbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schaltgruppenwähler (11r bis 11t) in mehreren Schritten von  $+ 60^\circ$  oder  $- 60^\circ$  schaltbar ist.
8. Vorrichtung (1a,1b,1c) zum Einstellen der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen von wenigstens zwei Drehstromnetzen (A,B) mit einer ersten und einer zweiten Gruppe von Transformator-Wicklungen (6r bis 6w), die jeweils einem der Drehstromnetze zugeordnet sind, wobei jede Wicklung (6r bis 6w) jeder Gruppe über jeweils eine schaltbare Stufenwicklung (8r bis 8w) mit dem Sternpunkt (10a,10b) der jeweiligen Gruppe verbunden ist, wobei die zwei Gruppen von Wicklungen (6r bis 6w) mit ihren jeweiligen Stufenwicklungen (8r bis 8w) Teile eines gemeinsamen Transformators (3,3a,3b) sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stufenwicklungen (8r bis 8w) derart umschaltbar sind, daß der Spannungsvektor jeder einzelnen Stufenwicklung (8r bis 8w) entweder um  $+ 120^\circ$  oder um  $- 120^\circ$  gegenüber dem Spannungsvektor der ihr zugeschalteten Wicklung (6r bis 6w) verdreht ist, daß die Stufenwicklungen (8r bis 8w) mittels Stufenschalter umschaltbar sind, wobei die Stufenschalter (9r bis 9w) einen gemeinsamen Motorantrieb aufweisen, und daß zwischen den Stufenschaltern (9r bis 9w) und dem Motorantrieb ein Aussetzgetriebe für ein wechselseitiges Betätigen der Stufenschalter (9r bis 9w) der zwei Gruppen angeordnet ist.

## Claims

1. Device (1d) for adjusting the phase displacement between the voltages of at least two three-phase systems (A,B) with a first and a second group of transformer windings (6r to 6w) which are each associated with one of the three-phase systems (A, B), whereby each winding (6r to 6w) of each group is connected by way of a respective operable stepped winding (8r to 8w) to the neutral point (10a, 10b) of the respective group, characterized in that the stepped windings (8r to 8w) associated with a respective group can be cyclically switched over and the two groups of windings (6r to 6w) with their respective stepped windings (8r to 8w) are in each case parts of separate transformers (3c, 3d), whereby the transformers (3c, 3d) are connected to each other by way of respective coupling windings (13r to 13w) (Figure 4).
2. Device according to claim 1, characterized in that the stepped windings (8r to 8w) can be switched over in such a way that the voltage vector of each individual stepped winding (8r to 8w) is rotated either by

+120° or by -120° in relation to the voltage vector of the winding (6r to 6w) connected to it.

3. Device according to claim 1 or 2, characterized in that the stepped windings (8r to 8w) can be switched over by means of tap changers (9r to 9w), whereby the tap changers (9r to 9w) have a common motor drive.
4. Device according to claim 3, characterized in that between the tap changers (9r to 9w) and the motor drive an intermittent gearing for a mutual actuation of the tap changers (9r to 9w) of the two groups is arranged.
5. Device according to one of claims 1 to 4, characterized in that at least one group of windings (6r to 6t) or coupling windings (13r, 13s, 13t) has a vector group selector (11r to 11t).
6. Device according to claim 5, characterized in that the vector group selector (11r to 11t) can be operated in steps of  $\pm 120^\circ$ .
7. Device according to claim 5, characterized in that the vector group selector (11r to 11t) can be operated in several steps of  $+ 60^\circ$  or  $- 60^\circ$ .
8. Device (1a, 1b, 1c) for adjusting the phase displacement between the voltages of at least two three-phase systems (A, B) with a first and a second group of transformer windings (6r to 6w), each of which is associated with one of the three-phase systems, whereby each winding (6r to 6w) of each group is connected by way of a respective operable stepped winding (8r to 8w) to the neutral point (10a, 10b) of the respective group, whereby the two groups of windings (6r to 6w) with their respective stepped windings (8r to 8w) are parts of a common transformer (3, 3a, 3b), characterized in that the stepped windings (8r to 8w) can be switched over in such a way that the voltage vector of each individual stepped winding (8r to 8w) is rotated either by  $+ 120^\circ$  or by  $- 120^\circ$  in relation to the voltage vector of the winding (6r to 6w) connected to it, in that the stepped windings (8r to 8w) can be switched over by means of tap changers, whereby the tap changers (9r to 9w) have a common motor drive, and in that between the tap changers (9r to 9w) and the motor drive there is arranged an intermittent gearing for a mutual actuation of the tap changers (9r to 9w) of the two groups.

## Revendications

1. Dispositif (1d) pour régler le déphasage entre les tensions d'au moins deux réseaux triphasés (A,B), comportant des premier et second groupes d'enroulements de transformateur (6r à 6w), qui sont associés chacun à l'un des réseaux triphasés (A,B), chaque enroulement (6r à 6w) de chaque groupe étant relié au point neutre (10a,10b) du groupe respectif par l'intermédiaire d'un enroulement à gradins pouvant être commuté (8r à 8w), caractérisé par le fait que les enroulements à gradins (8r à 8w) associés à un groupe peuvent être commutés de façon cyclique et que les deux groupes d'enroulements (6r à 6w) ayant leurs enroulements à gradins respectifs (8r à 8w) font partie de transformateurs distincts (3c,3d), les transformateurs (3c,3d) étant reliés entre eux par l'intermédiaire d'enroulements de couplage (13r à 13w). (Figure 4).
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les enroulements à gradins (8r à 8w) peuvent être commutés de telle sorte que le vecteur de tension de chaque enroulement à gradins (8r à 8w) soit tourné soit de  $+ 120^\circ$ , soit de  $- 120^\circ$  par rapport au vecteur de tension de l'enroulement (6r à 6w) qui lui est raccordé.
3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les enroulements à gradins (8r à 8w) peuvent être commutés au moyen de commutateurs (9r à 9w) de gradins, les commutateurs (9r à 9w) de gradins ayant un dispositif commun d'entraînement à moteur.
4. Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait qu'entre les commutateurs (9r à 9w) de gradins et le dispositif d'entraînement à moteur est disposée une boîte de renversement de marche pour un actionnement alterné des commutateurs (9r à 9w) de gradins des deux groupes.
5. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'au moins un groupe d'enroule-

ments (6r à 6t) ou d'enroulements de couplage (13r, 13s, 13t) comporte un sélecteur de groupe de commutation (11r à 11t)

- 5 6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que le sélecteur de groupe de commutation (11r à 11t) peut être commuté selon des pas de  $\pm 120^\circ$ .
7. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que le sélecteur de groupe de commutation (11r à 11t) peut être commuté selon plusieurs pas de  $+60^\circ$  ou  $-60^\circ$ .
- 10 8. Dispositif (1a, 1b, 1c) pour régler le déphasage entre les tensions d'au moins deux réseaux triphasés (A,B), comportant des premier et second groupes d'enroulements de transformateur (6r à 6w), qui sont associés chacun à l'un des réseaux triphasés (A,B), chaque enroulement (6r à 6w) de chaque groupe étant relié au point neutre (10a, 10b) du groupe respectif par l'intermédiaire d'un enroulement à gradins pouvant être commuté (8r à 8w), les deux groupes d'enroulements (6r à 6w) ayant de leurs enroulements à gradins  
15 (8r à 8w) faisant partie d'un transformateur commun (3, 3a, 3b), caractérisé par le fait que les enroulements à gradins (8r à 8w) peuvent être commutés de telle sorte que le vecteur de tension de chaque enroulement à gradins (8r à 8w) est pivoté soit de  $+120^\circ$ , soit de  $-120^\circ$  par rapport au vecteur de tension de l'enroulement (6r à 6w) qui est raccordé audit enroulement, que les enroulements à gradins (8r à 8w) peuvent être commutés au moyen de commutateurs de gradins, les commutateurs de gradins (9r à 9w) ayant un dis-  
20 positif d'entraînement commun à moteur, et entre les commutateurs de gradins (9r à 9w) et le dispositif d'entraînement à moteur est disposé une boîte de renversement de marche pour un actionnement alterné des commutateurs de gradins (9r à 9w) des deux groupes.

25

30

35

40

45

50

55

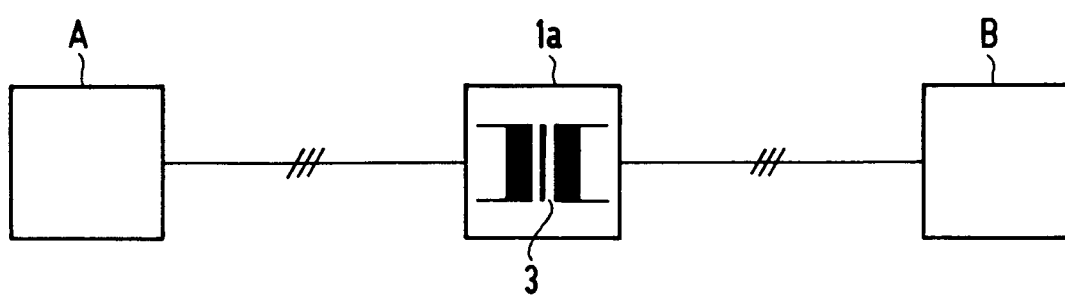


FIG 1

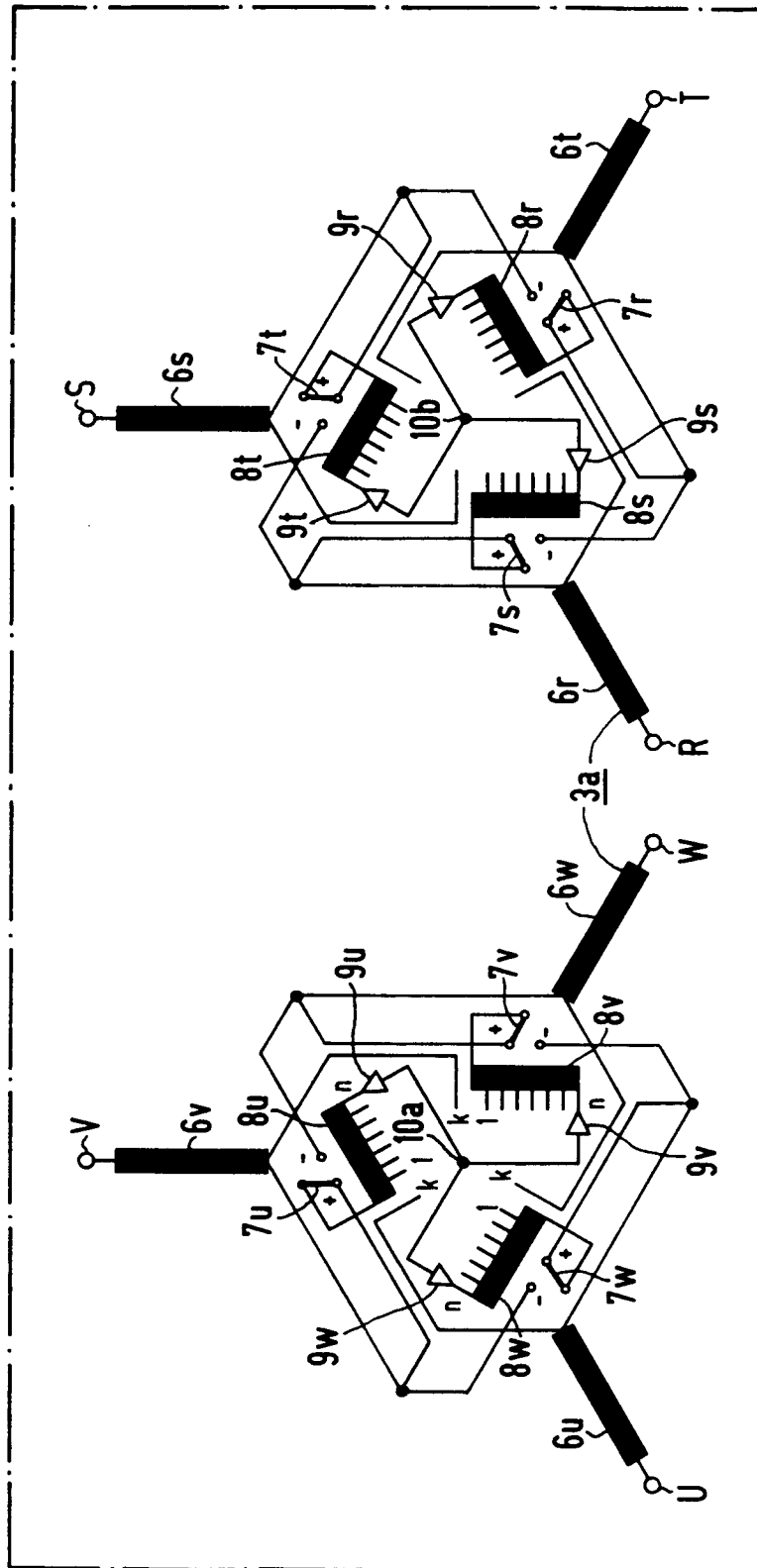
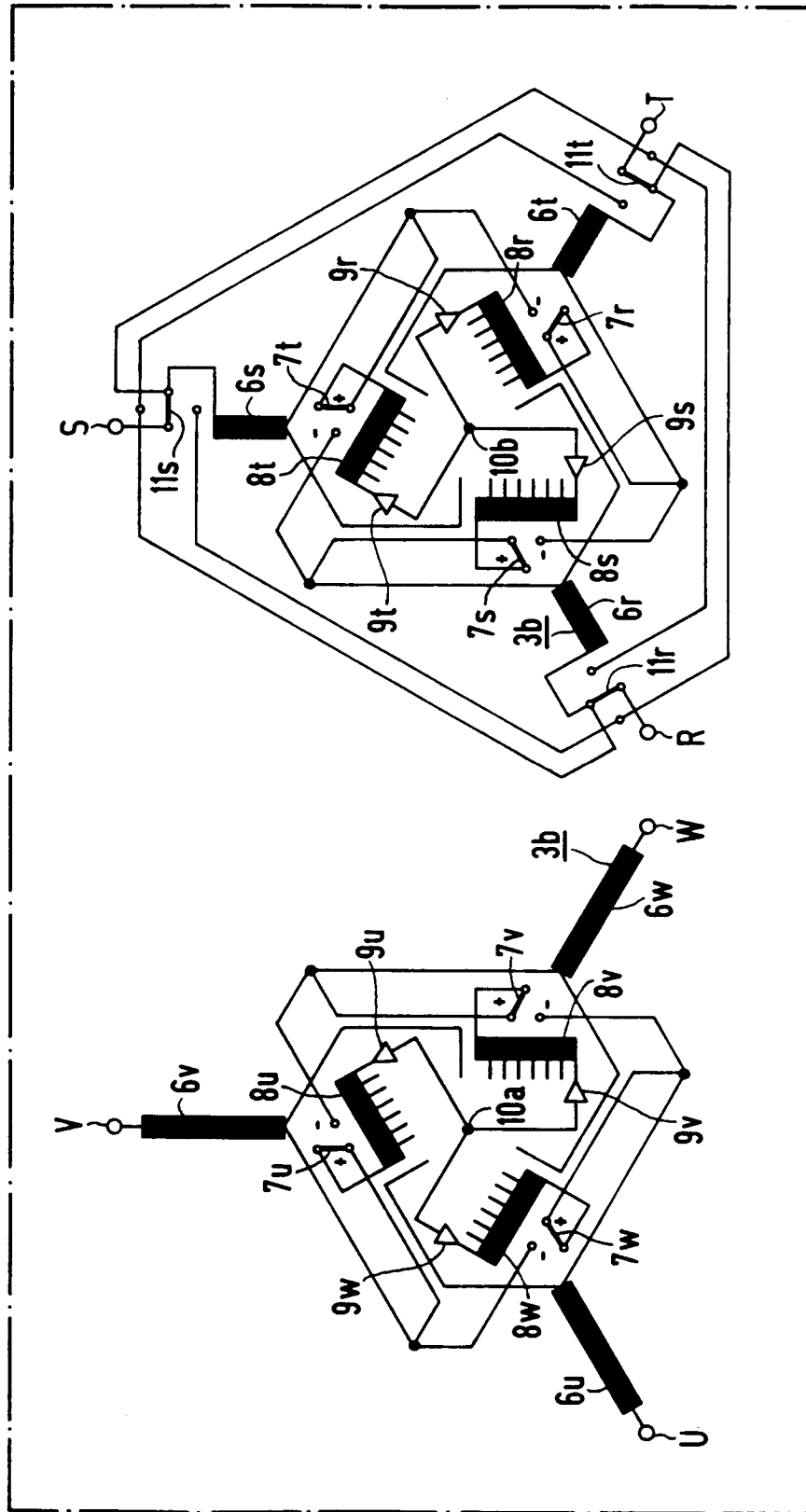


FIG 2



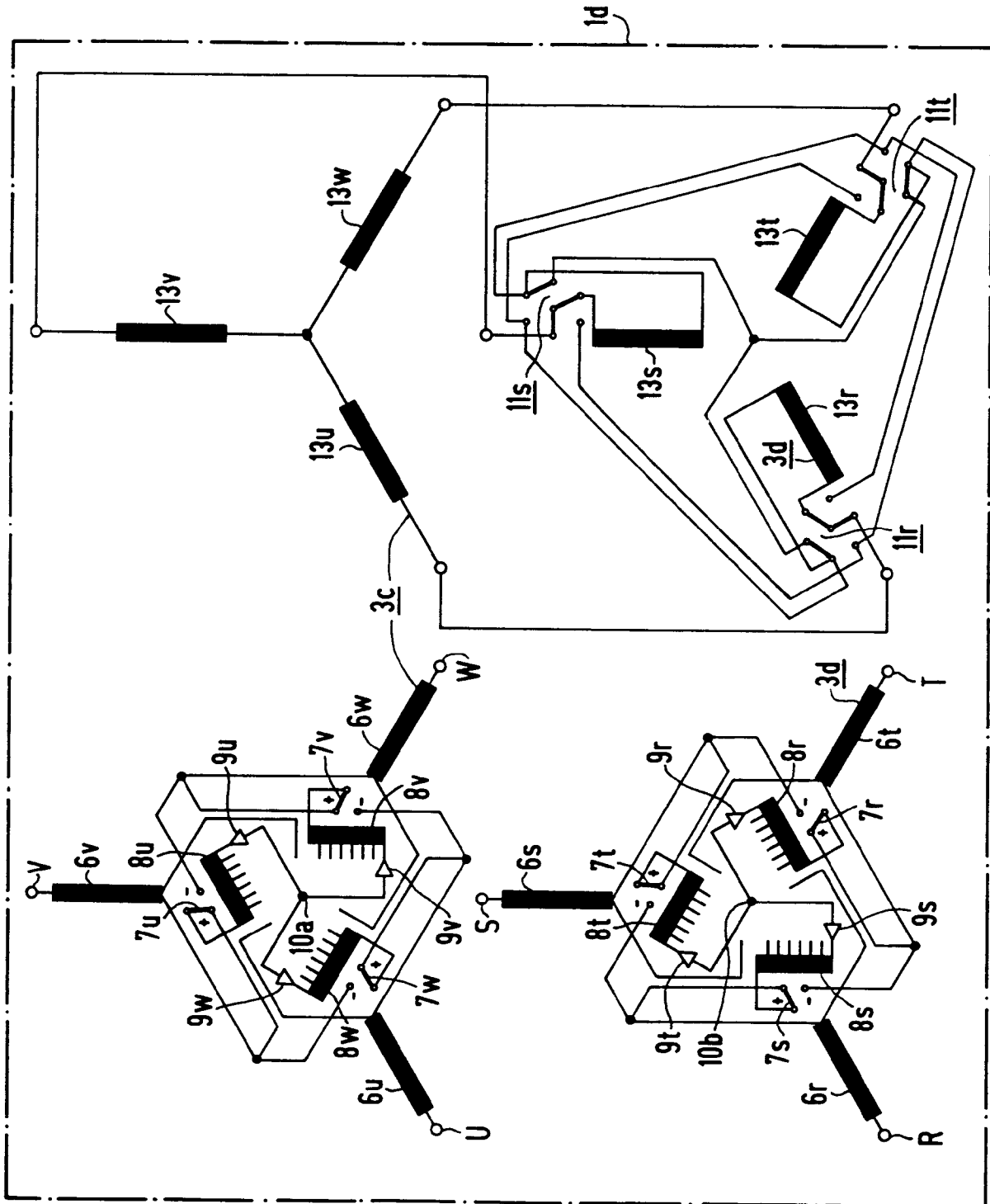


FIG 4