



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 609 162 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.10.2006 Patentblatt 2006/40

(21) Anmeldenummer: **04713013.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2004**

(51) Int Cl.:
H01H 9/00 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/001648

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/088693 (14.10.2004 Gazette 2004/42)

(54) **STUFENSCHALTER**
MULTIPOINT SWITCH
COMBINATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **03.04.2003 DE 10315206**
03.04.2003 DE 10315207

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
93059 Regensburg (DE)

(72) Erfinder:
• **DOHNAL, Dieter**
93138 Lappersdorf (DE)

• **SCHMIDBAUER, Albert**
93426 Roding (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 4 011 019 DE-C- 19 743 864
GB-A- 419 283 GB-A- 434 884
US-A- 3 435 394

• "Stufenschalter Typ M und Ms" Juli 1993 (1993-07), **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN** XP002281238 Impressum VK 03/93-0793/2000
• "Stufenschalter Typ V " Juli 1993 (1993-07), **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN** XP002281239 Impressum VK 02/93-0793/2000

EP 1 609 162 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

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Regeltransformators.

[0002] Stufenschalter sind seit Jahrzehnten bekannte Einrichtungen zur Spannungsregelung und Sicherstellung einer hohen Elektroenergiequalität. Ihrer prinzipiellen Wirkungsweise nach lassen sie sich in Widerstandsschnellschalter und Reaktorschalter unterteilen.

[0003] Das Prinzip aller Widerstandsschnellschalter geht zurück auf das 1929 erteilte deutsche Reichspatent Nr. 474 613, das zum ersten Mal das Prinzip der sprunghaftigen unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen mittels kurzzeitig eingeschalteter Überschaltwiderstände beschreibt. Auf diesem Prinzip basierende Stufenschalter sind in zahlreichen Ausführungsformen bekannt. Ein typischer Vertreter ist der in der Firmendruck-schrift "Stufenschalter Typ M - Inspektionsanleitung oder in der Firmendruck-schrift "Stufenschalter Typ M und MS" der Anmelderin beschriebene Typ "M". Dieser Laststufenschalter besitzt einen Stufenwähler zur lastlosen Vorwahl derjenigen Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, und einen räumlich darüber, in einem separaten Ölgefäß angeordneten, Lastumschalter zur eigentlichen unterbrechungslosen Umschaltung. Die Betätigung dieses Laststufen-schalters erfolgt durch einen Motorantrieb mit einem Elektromotor, der, wird er bei einer vorgesehenen Umschaltung in Betrieb gesetzt, einerseits den Feinwähler und ggf. einen Vorwähler kontinuierlich betätigt und andererseits einen Kraft-speicher des Lastumschalters aufzieht. Der Motorantrieb sitzt dabei räumlich gesehen seitlich außerhalb des Transfor-mators. Über Gestänge, Winkeltrieb, Getriebestufen und mechanisches Maltesergetriebe wird die Energie zum Stufen-schalter geleitet. Hat der Kraftspeicher seine Endstellung erreicht, d. h. ist er voll aufgezogen, wird seine bis dahin fixierte Arretierung freigegeben, und er vollzieht eine sprunghaftige Bewegung, mit der er den Lastumschalter betätigt. In Figur 1 sind die Antriebszüge dieses bekannten Laststufenschalters schematisch dargestellt. In Figur 2 ist ein modifizierter solcher Laststufenschalter gezeigt, der statt eines üblichen Vorwählers einen Mehrfach-Grobwähler aufweist; diese Anordnung ist dem Fachmann ebenfalls bekannt.

[0004] Ein weiterer Stufenschalter ist in der Firmendruck-schrift "Stufenschalter Typ V - Inspektionsanleitung" oder in der Firmendruck-schrift "Stufenschalter Typ V" der Anmelderin beschrieben. Bei diesem als Lastwähler ausgebildeten Typ "V" sind die Vorwahl der jeweiligen Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, und die Bauelemente zu dieser nachfolgenden Umschaltung konstruktiv vereinigt. Auch hierbei ist ein Motorantrieb mit der oben beschriebenen räumlichen Anordnung vorgesehen, der zunächst den Kraftspeicher aufzieht. Nach dessen vollständigem Aufzug und nachfolgender Auslösung wird eine drehbare Schwachwelle betätigt, die schnell und unterbrechungslos von einem auf einem benachbarten anderen Festkontakt, der jeweils elektrisch mit einer Wicklungsanzapfung verbunden ist, umschal-tet. Ein typischer Getriebezug eines solchen bekannten Lastwählers ist in der Figur 3 schematisch dargestellt.

[0005] Ein Stufenschalter vom Typ eines Reaktorschalters ist z. B. aus den DE-PS 40 11 019 und DE-PS 41 26 824 sowie der Firmenschrift "Load Tap Changer Type RMV-I" der Reinhausen Manufacturing Inc., Alamo, Tennessee, USA bekannt. Sie weisen zwei von einem Stufenwähler vorwählbare Lastzweige auf, zwischen denen in jeder zu schaltenden Phase ein Schalter, hier eine Vakuumschaltzelle, angeordnet ist. Jede Vakuumschaltzelle ist durch einen Bypasskontakt überbrückbar, der seinerseits wiederum mindestens einen der beiden Lastzweige mit der Lastableitung verbindet. Die Betätigung der Vakuumschaltzellen erfolgt durch jeweils einen Kraftspeicher, der durch die Bewegung einer Antriebswelle aufgezogen wird. Für jede zu schaltende Phase ist räumlich zwischen dem Bypasskontakt und dem Kraftspeicher eine doppel-seitige Kurvenscheibe angeordnet, die von der Antriebswelle bei jedem Schaltschritt um 180 Grad gedreht wird. Auf der dem Bypasskontakt zugewandten Seite der doppel-seitigen Kurvenscheibe befindet sich dort eine Nut zur Steue-rung des Bypasskontaktes und auf der anderen Seite eine weitere Nut zur Steuerung des die Vakuumschaltzellen antreibenden Kraftspeichers. Die Steuerung des Kraftspeichers ist dabei derart, dass er bei jedem Schaltschritt einmal gespannt und dann ausgelöst wird und dabei die Vakuumschaltzellen betätigt. Die Betätigung dieses Stufenschalters erfolgt durch einen Motorantrieb mit einem Elektromotor, der, wird er bei einer vorgesehenen Umschaltung in Betrieb gesetzt, einerseits die Wählerkontakte kontinuierlich betätigt und andererseits über die beschriebene Kurvenscheibe sowohl den Bypasskontakt ebenfalls kontinuierlich betätigt als auch den beschriebenen Kraftspeicher aufzieht. Hat der Kraftspeicher seine Endstellung erreicht, d. h. ist er voll aufgezogen, wird seine bis dahin fixierte Arretierung freigegeben, und er vollzieht eine sprunghaftige Bewegung, mit der er den Lastumschalter betätigt. In Figur 7 sind die Antriebszüge dieses bekannten Stufenschalters schematisch dargestellt.

[0006] Ein weiterer Stufenschalter vom Typ des Reaktorschalters ist aus der DE-PS 197 43 864, in der im Übrigen auch die funktionalen Unterschiede zwischen Reaktorschaltern einerseits und Widerstandsschnellschaltern ausführlich dargestellt sind, bereits bekannt. Bei diesem bekannten Stufenschalter sind in einem Gehäuse für jede Phase feste Wählerkontakte vorgesehen, die von zwei beweglichen Wählerkontakten beschaltbar sind, weiter sind für jede Phase Vorwählerkontakte vorgesehen. Für jede Phase sind zudem wiederum Bypasskontakte angeordnet, und jeweils eine Vakuumschaltzelle ist mittels eines Kraftspeichers betätigbar. In einem separaten seitlichen Gehäuseteil ist ein einziger Antriebsmechanismus zur Betätigung aller beweglicher Kontakte und aller Vakuumschaltzellen in der entsprechenden Schaltsequenz angeordnet, wobei dieser einzige Antrieb mittels sich durch das Gehäuse erstreckender Isolierwellen

auf die einzelnen Bauelemente wirkt. Ein typischer Getriebezug dieses bekannten Stufenschalters ist in Figur 8 dargestellt.

[0007] Bei den bekannten Stufenschaltern erfolgt der Antrieb durch einen elektrischen Motorantrieb. Ein solcher Antrieb ist beispielsweise in der WO 98/38661 beschrieben. In einem solchen bekannten Motorantrieb sind alle mechanischen und elektrischen Baugruppen, die zum Antrieb des Stufenschalters erforderlich sind, vereinigt. Wichtige mechanische Baugruppen sind dabei das Lastgetriebe und das Steuergetriebe. Das Lastgetriebe betätigt direkt den Stufenschalter; es weist dazu einen entsprechend dimensionierten Elektromotor auf. Das Steuergetriebe enthält eine Nockenscheibe, die sich bei jeder Umschaltung des Stufenschalters um eine volle Umdrehung dreht. Die Nockenscheibe wiederum weist eine Vielzahl von Schaltnocken zur mechanischen Betätigung zahlreicher Nockenschalter bzw. nockenbetätigter Kontakte auf. Das Steuergetriebe enthält weiterhin Mittel zur Anzeige der Stufenstellung bzw. des Schaltschrittes. Zu den elektrischen Baugruppen im Motorantrieb gehören unterschiedliche Stromkreise. So ist ein Motorstromkreis vorhanden, durch den die Klemmen des elektrischen Antriebsmotors über Motorschütze, Bremsschütze und andere Schaltmittel mit der Stromzuleitung verbunden sind. Weiterhin sind ein Steuerstromkreis und verschiedene Meldestromkreise und Auslösestromkreise für einen Motorschutzschalter vorhanden. Die Steuerung des Motorantriebes selbst erfolgt nach dem Prinzip der Schrittschaltung, d. h. ein Verstellvorgang um einen Schaltschritt wird durch einen einmaligen Steuerimpuls eingeleitet und danach zwangsläufig zu Ende geführt; die Abtriebswelle des Motorantriebes, die mit einer Antriebswelle des Stufenschalters gekuppelt ist, vollführt dabei eine vorab genau festgelegte Anzahl von Umdrehungen. Weiterhin weist der bekannte Motorantrieb, neben anderen Sicherheitseinrichtungen, auch eine Durchlaufschutzeinrichtung auf, die verhindert, dass beim Versagen der beschriebenen Schrittsteuerung der Motorantrieb bis in die Endstellung durchläuft.

[0008] Der beschriebene bekannte Motorantrieb hat gemeinsam mit dem nachgelagerten Maltesergetriebe im Stufenschalter vom Typ des Widerstandsschnellschalters eine ganze Reihe von Funktionen zu erfüllen:

- Erzeugung eines Rotationsdrehmomentes mit nachfolgender Umsetzung in eine Bewegung für den Stufenwähler
- Übertragung sowie Über/Untersetzung des Drehmomentes
- Aufzug eines Kraftspeichers
- Umwandlung einer kontinuierlichen Bewegung in eine Schrittbewegung
- Fixierung des Schaltelementes nach vollzogenem Schaltschritt
- Stellungsmeldung
- mechanische Endanschlagsfunktion.

[0009] Insgesamt sind sowohl herkömmlicher Motorantrieb als auch nachgelagertes Getriebe kompliziert im Aufbau, teuer in der Fertigung, da notwendigerweise hochgenau, und sie stellen gemeinsam mit dem Kraftspeicher üblicherweise den aufwändigsten Teil des gesamten Stufenschalters dar.

[0010] Bei einem Stufenschalter vom Typ des Reaktorschalters hat der beschriebene bekannte Motorantrieb gemeinsam mit dem nachgelagerten Getriebe, insbesondere dem Maltesergetriebe sowie einem Hebelumlenkgetriebe, folgende Funktionen im Stufenschalter zu erfüllen:

- Erzeugung eines Rotationsdrehmomentes mit nachfolgender Umsetzung in eine Bewegung für den Feinwähler sowie, getrennt davon, den Vorwähler
- Betätigung der Bypasskontakte
- Aufzug eines Kraftspeichers zur nachfolgenden Betätigung der Vakuumschaltzellen
- Stellungsmeldung
- mechanische Endanschlagsfunktion.

Insgesamt sind auch hierbei sowohl herkömmlicher Motorantrieb als auch nachgelagertes Getriebe kompliziert im Aufbau, teuer in der Fertigung, da notwendigerweise hochgenau, und sie stellen gemeinsam mit dem Kraftspeicher üblicherweise den aufwändigsten Teil des gesamten Stufenschalters dar.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, den prinzipiellen Aufbau von Stufenschaltern, wie er sich seit Jahrzehnten etabliert und im Stand der Technik verfestigt hat, drastisch zu vereinfachen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch einen Stufenschalter mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche 1 bzw. 6 bzw. 11 gelöst; die Unteransprüche betreffen jeweils vorteilhafte mögliche Weiterbildungen und Modifikationen der Erfindung.

[0013] Der Erfindung liegt die allgemeine erfinderische Idee zu Grunde, mindestens einen per se bekannten Torquemotor als Bestandteil des Antriebszuges bzw. -stranges eines Stufenschalters einzusetzen.

[0014] Solche Torque-Motoren sind beispielsweise aus der Firmenschrift "Bürstenlose Torque-Motoren" der Firma ETEL bekannt. Ein solcher bekannter Torque-Motor funktioniert auf der gleichen physikalischen Basis wie ein Linearantrieb, nur dass der hier flach liegende Stator zum Kreis aufgewickelt ist. Ein Torque-Motor ist mithin ein auf hohes

Drehmoment optimierter Servoantrieb; moderne Ausführungen sind elektrisch gesehen 3-phasige bürstenlose Synchronmotoren mit Permanentterregung. Sie werden derzeit im Werkzeugmaschinenbau eingesetzt. Es ist bisher noch nicht der Versuch unternommen worden, sie in Stufenschalter zu implementieren oder für den Antrieb eines Stufenschalters prinzipiell nutzbar zu machen.

5 **[0015]** Zwar gab es in der Vergangenheit bereits den in der DD-Patentschrift 58 131 aus dem Jahre 1967 beschriebenen Versuch, das herkömmliche Antriebskonzept eines Stufenschalters, wie es weiter oben beschrieben worden ist, zu verlassen. Dabei handelte es sich um eine Lösung, bei der ein Stufenwähler aus so vielen hydraulisch betätigten einzelnen Antriebsmodulen gebildet ist, wie Stufen vorgesehen sind, so dass beliebig zwischen einzelnen Wicklungsanzapfungen - nicht nur zwischen benachbarten - geschaltet werden konnte. Diese hydraulische Lösung ist jedoch wegen des hohen Funktionsrisikos, z. B. der Alterungsgefahr der zuführenden Leitungen und Dichtungen, nicht realisiert worden.

10 **[0016]** Für Schaltgeräte allgemein sind zudem verschiedene andere Antriebsmechanismen vorgeschlagen worden. So betrifft beispielsweise die EP 996 135 einen magnetischen Wanderfeldantrieb für ein Schaltgerät, die WO 99/60591 und WO 00/05735 beschreiben Antriebe nach Art eines Schrittmotors für Schaltgeräte. Auch diese Lösungen sind für Stufenschalter nicht ohne weiteres anwendbar, da sie keine sprungartigen Bewegungen gestatten und insgesamt problematisch für die Realisierung dynamischer Vorgänge, noch dazu bei tiefen Temperaturen, sind.

15 **[0017]** Schließlich ist in der WO 01/06528 noch ein kontrollierter Antrieb für ein Schaltgerät vorgeschlagen worden, der jedoch ebenfalls nicht für einen Stufenschalter geeignet ist.

[0018] Hinweise auf die erfindungsgemäße Verwendung mindestens eines Torque-Motors an einem Stufenschalter sind allen diesen Bemühungen zur Weiterentwicklung der Antriebstechnik von Schaltgeräten jedoch nicht zu entnehmen.

20 **[0019]** Erfindungsgemäß kann ein solcher Torque-Motor als Bestandteil eines Stufenschalters an unterschiedlichen Anbauorten vorgesehen werden. Er kann außerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein, und zwar oben auf dem Transformator oder auch seitlich am Transformator. Er kann weiterhin auch innerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein und dort den Kraftspeicher des Lastumschalters, den Feinwählerantrieb oder auch einen Vorwählerantrieb oder auch mehrere dieser Baugruppen ersetzen.

25 **[0020]** Die erfindungsgemäße Anwendung eines oder mehrerer Torque-Motoren, wodurch neu strukturierte Positioniereinheiten gebildet werden, hat zahlreiche Vorteile. Zunächst einmal sind weder Kupplung noch separates Getriebe erforderlich, was die Teilezahl erheblich reduziert. Weiterhin wird ein kompakter Aufbau realisiert. Durch die geringen Elastizitäten ergibt sich eine hohe Steifigkeit sowie durch die geringen Massen und das geringe Trägheitsmoment eine hohe Dynamik mit der Möglichkeit, auch sprungartige Bewegungen realisieren zu können und damit einen konventionellen Kraftspeicher überflüssig zu machen. Schließlich ist über eine geeignete Steuerung jeder beliebige Schaltschritt unabhängig vom speziell wirksamen Gegenmoment einprägnant, wodurch z. B. Temperatureinflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden können.

30 **[0021]** Die Erfindung soll nachfolgend an Hand von schematischen Darstellung beispielhaft noch näher erläutert werden.

35 **[0022]** Es zeigen:

Figuren 1 bis 3	bereits erläuterte Antriebszüge bekannter Stufenschalter vom Typ des Widerstandsschnellschalters in schematischer Darstellung
Figuren 4a, 4b und 5a, 5b	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem Laststufenschalter dieses Typs
40 Figur 6a, 6b	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem Lastwähler dieses Typs
Figuren 7 und 8	bereits erläuterte Antriebszüge bekannter Stufenschalter vom Typ des Reaktorschalters in schematischer Darstellung
45 Figuren 9a, 9b, 10a, 10b und 11a, 11b	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem ersten Stufenschalter dieses Typs
Figuren 12a, 12b	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem zweiten Stufenschalter dieses Typs.

50 **[0023]** In den nachfolgenden schematischen Darstellungen sind die erfindungsgemäßen Baugruppen, die jeweils einen Torque-Motor enthalten, jeweils als "Positioniereinheit" bezeichnet und grau unterlegt. Kursiv ist im jeweiligen Feld die konkrete Funktion aufgeführt, die der jeweilige Torque-Motor, d. h. die jeweilige Positioniereinheit, ausführt.

[0024] In Figur 4a ist für den Anbauort eines Stufenschalters außerhalb des Transformators gezeigt, dass hier erfindungsgemäß ein Torque-Motor den bisherigen Motorantrieb und das nachgeordnete Getriebe ersetzt und direkt auf den Kraftspeicher des Lastumschalters, das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. auch des Vorwählers wirkt. Darunter ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt, bei der ein Torque-Motor zusätzlich auch den bisherigen Kraftspeicher nach dem Stand der Technik und das zugeordnete Getriebe ersetzt, derart, dass diese neue Positioniereinheit mit Torque-Motor direkt auf das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. des Vorwählers wirkt als

auch direkt den Lastumschalter betätigt. Diese zweite Ausführungsform kann auch insgesamt innerhalb des Transformators angeordnet sein, wie in Figur 4b gezeigt ist.

[0025] In den Figuren 5a und 5b sind weitere Ausführungsformen der Erfindung schematisch dargestellt. In Figur 5a ist für einen Anbauort des Stufenschalters außerhalb des Transformators gezeigt, dass ein erster Torque-Motor erfindungsgemäß direkt den Lastumschalter betätigt, indem er auch den bisherigen Kraftspeicher überflüssig macht (linke Positioniereinheit); ein weiterer Torque-Motor (rechte Positioniereinheit) betätigt direkt das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. des Vorwählers. Im Gegensatz zu den Ausführungsformen der Erfindung in Figur 4a und 4b, bei denen jeweils nur ein einziger Torque-Motor vorgesehen ist, sind hier also mehrere solcher Positioniereinheiten mit Torque-Motor gezeigt. Darunter ist dann eine nochmals modifizierte Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die insgesamt drei solcher Torque-Motoren vorsieht: Eine erste erfindungsgemäße Positioniereinheit (links) betätigt direkt - unter Vermeidung eines bisherigen Kraftspeichers - den Lastumschalter, eine zweite Positioniereinheit (mitte) betätigt direkt den Feinwähler, und eine dritte Positioniereinheit (rechts) betätigt direkt den Vorwähler, sofern ein solcher vorhanden ist. In Figur 5b sind diese Ausführungsformen der Erfindung bei einem Anbauort des Stufenschalters innerhalb des Transformators gezeigt.

[0026] Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, den Lastumschalter räumlich vom Feinwähler und ggf. Vorwähler zu trennen, d. h. beide Baugruppen des Stufenschalters an unterschiedlicher Stelle separat anzuordnen. Weiterhin ist es möglich, den Feinwähler und ggf. Vorwähler auch separat mittels eines an sich bekannten Schrittmotors anzutreiben. Da die Wähler langsam und kontinuierlich betätigt werden, ist der Nachteil der bekannten Schrittmotore, nämlich deren schlechtes dynamisches Verhalten, hier nicht weiter störend.

[0027] In Figur 6a und 6b sind in derselben schematischen Darstellungsart mögliche Ausführungsformen der Erfindung bei einem Stufenschalter des Lastwählertyps gezeigt. Die Figur 6a bezieht sich wiederum auf die Anordnung des Stufenschalters außerhalb des Transformators, Figur 6b für eine solche innerhalb des Transformators. Die obere Darstellung jeweils verdeutlicht eine Ausführungsform, bei der ein Torque-Motor direkt den Kraftspeicher betätigt, der wiederum auf bekannte Weise die Schaltsäule sprunghaft dreht und zusätzlich ggf. den Vorwähler betätigt. Die mittlere Darstellung zeigt jeweils eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der Torque-Motor auch die Funktion des bisherigen Kraftspeichers mit übernimmt und direkt die Schaltsäule sprunghaft dreht. Die untere Darstellung schließlich zeigt jeweils eine Ausführungsform mit zwei separaten Torque-Motoren, derart, dass die erste dieser neuartigen Positioniereinheiten direkt die Schaltsäule sprunghaft dreht und die zweite Positioniereinheit einen etwa vorhandenen Vorwähler separat betätigt.

[0028] In Figur 9a ist für eine Anordnung des Stufenschalters außerhalb des Transformators in der oberen Hälfte der Darstellung gezeigt, dass hier erfindungsgemäß ein Torque-Motor den bisherigen Motorantrieb ersetzt und direkt auf die Antriebswelle und das Umlenkgetriebe wirkt. Die Antriebswelle ihrerseits betätigt dann in jeder Phase wieder Vorwähler, Feinwähler, Bypasskontakt sowie über den Kraftspeicher (nicht dargestellt) die Vakuumschaltzelle. Darunter ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt, in der ein Torque-Motor in jeder Phase jeweils eine neue Positioniereinheit, die auch das bisherige Umlenkgetriebe mit umfasst, bildet. Figur 9b zeigt die entsprechenden Anordnungen für einen im Transformator angeordneten Stufenschalter.

[0029] In Figur 10a und 10b sind weitere Ausführungsformen der Erfindung wiederum schematisch dargestellt. In Figur 10a ist im oberen Teil gezeigt, dass in jeder Phase ein erster Torque-Motor mittels eines Getriebes gleichzeitig Vorwähler und Feinwähler betätigt und jeweils ein zweiter Torque-Motor den Bypasskontakt sowie - wiederum durch den aufziehbaren Kraftspeicher - die Vakuumschaltzelle betätigt. Darunter ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die in jeder Phase insgesamt drei solcher Torque-Motoren aufweist, die gemeinsam mit dem entsprechenden Getriebe eine eigenständige Positioniereinheit bilden und direkt jeweils auf den Vorwähler oder den Feinwähler oder sowohl den Bypassschalter als auch den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle wirken. Figur 10b zeigt diese Ausführungsformen wiederum für eine Anordnung des Stufenschalters im Transformator.

[0030] In Figur 11a und 11b sind dann nochmals modifizierte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt. Bei diesen Ausführungsformen ist die bisher zugrunde gelegte Zuordnung der einzelnen Bauelemente zu jeweils zu schaltenden Phasen aufgelöst. Ein erster Torque-Motor betätigt hier die Vorwähler aller drei Phasen, ein zweiter Torque-Motor die Feinwähler aller zwei Phasen und ein dritter Torque-Motor sowohl die Bypasskontakte als auch die Kraftspeicher und damit Vakuumschaltzellen aller drei Phasen.

[0031] In Figur 12a und 12b sind in derselben schematischen Darstellungsart mögliche Ausführungsformen der Erfindung bei einem weiteren bekannten gattungsgemäßen Stufenschalter, dessen bekannter Getriebezug nach dem Stand der Technik in Figur 8 dargestellt und bereits erläutert wurde, gezeigt. Die oberen Darstellungen zeigen jeweils eine Ausführung, in der ein einziger Torque-Motor jeweils über zwischengeschaltete Getriebe den Vorwähler, den Feinwähler und gleichzeitig Bypasskontakt und Vakuumschaltzelle, wiederum über einen Kraftspeicher, betätigt. Die darunter liegenden, mittleren Darstellungen zeigen jeweils eine Ausführungsform, bei der in jeder Phase zwei solche Torque-Motoren vorgesehen sind. Einer davon betätigt sowohl Vorwähler als auch Feinwähler, der andere sowohl Bypasskontakt als auch Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle. Schließlich ist ganz unten jeweils eine weitere Variante gezeigt, bei der in jeder Phase drei Torque-Motoren zur Betätigung vorgesehen sind: Einer für den Vorwähler, einer für den Feinwähler, einer für den Bypasskontakt und den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle. Auch hier ist es möglich, die phasenweise

Anordnung aufzulösen und bei allen gezeigten Anordnungen in Figur 12a und 12b die Betätigungen der einzelnen beschriebenen Bauelemente gleichzeitig für alle drei Phasen von der jeweiligen Positioniereinheit vorzunehmen. Die erläuterte Figur 12a bezieht sich wiederum auf die Anordnung des Stufenschalters außerhalb des Transformators, die Figur 12b auf dessen Anordnung im Transformator.

5

Patentansprüche

- 10 1. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufen-
enttransformators nach dem Prinzip eines Widerstandsschnellschalters,
bestehend aus einem Feinwähler und ggf. einem Vorwähler zur leistungslosen Anwahl der Wicklungsanzapfung,
auf die nachfolgend umgeschaltet werden soll,
bestehend weiterhin aus einem Lastumschalter zur anschließenden schnellen Umschaltung von der bisherigen auf
15 die vorgewählte Wicklungsanzapfung unter kurzzeitiger Einschaltung von mindestens einem Überschaltwiderstand,
wobei sowohl Feinwähler und ggf. Vorwähler als auch Lastumschalter bei jeder Umschaltung durch einen Antrieb
betätigbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Antrieb mindestens ein als 3-phasiger bürstenloser Synchronmotor mit Permanenterregung ausgebildeter
Torque-Motor vorgesehen ist.
20
2. Stufenschalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Torque-Motor sowohl einen bekannten Kraftspeicher des Lastumschalters als auch den
Feinwähler und ggf. Vorwähler betätigt.
25
3. Stufenschalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Torque-Motor sowohl direkt den Lastumschalter als auch den Feinwähler und ggf. Vor-
wähler betätigt.
30
4. Stufenschalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein erster Torque-Motor jeweils direkt den bekannten Kraftspeicher des Lastumschalters betätigt
und mindestens ein zweiter Torque-Motor jeweils den Feinwähler und ggf. Vorwähler betätigt.
35
5. Stufenschalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein erster Torque-Motor jeweils direkt den Lastumschalter betätigt, mindestens ein zweiter Torque-
Motor jeweils direkt den Feinwähler betätigt und ggf. mindestens ein dritter Torque-Motor jeweils den Vorwähler
40 betätigt.
6. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stuf-
enttransformators nach dem Prinzip eines Widerstandsschnellschalters,
bestehend aus einem Lastwähler zur gleichzeitigen Anwahl der Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden
45 soll, sowie zur schnellen Umschaltung von der bisherigen auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung unter kurzzeitiger
Einschaltung von mindestens einem Überschaltwiderstand,
wobei zur Umschaltung ein sprunghaft betätigbares Schaltelement, insbesondere eine Schaltsäule, dient,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Antrieb mindestens ein als 3-phasiger bürstenloser Synchronmotor mit Permanenterregung ausgebildeter
50 Torque-Motor vorgesehen ist.
7. Stufenschalter nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Torque-Motor direkt einen bekannten Kraftspeicher betätigt, der seinerseits das Schal-
telement auf bekannte Weise sprunghaft bewegt als auch ggf. einen Vorwähler betätigt.
55
8. Stufenschalter nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Torque-Motor direkt das Schaltelement sprungartig bewegt als auch ggf. einen Vorwähler betätigt.

- 5 **9.** Stufenschalter nach Anspruch 6,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass ein mindestens erster Torque-Motor direkt das Schaltelement sprungartig bewegt und ggf. ein mindestens
 zweiter Torque-Motor direkt den Vorwähler betätigt.
- 10 **10.** Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Lastumschalter einerseits und der Feinwähler und ggf. Vorwähler andererseits räumlich getrennt ange-
 ordnet sind und/oder der Feinwähler und ggf. Vorwähler separat von mindestens einem Schrittmotor antreibbar ist
 bzw. sind.
- 15 **11.** Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stuf-
 enttransformators nach dem Prinzip eines Reaktorschalters,
 bestehend aus einem Feinwähler mit zwei Lastzweigen, zwischen denen in jeder zu schaltenden Phase eine Va-
 kuumschaltzelle angeordnet ist,
 bestehend aus einem Vorwähler,
20 bestehend aus einem Bypasskontakt, der jeweils die Vakuumschaltzelle überbrückt und durch den seinerseits
 wiederum mindestens einer der beiden Lastzweige mit der Lastableitung verbindbar ist sowie einem Kraftspeicher,
 der die jeweilige Vakuumschaltzelle betätigt,
 wobei ein einziger Antrieb vorgesehen ist, der mittels verschiedener Getriebe und durch Antriebswellen alle ge-
 nannten Bauteile betätigt,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
 dass als Antrieb mindestens ein als 3-phasiger bürstenloser Synchronmotor mit Permanenterregung ausgebildeter
 Torque-Motor vorgesehen ist.
- 30 **12.** Stufenschalter nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der mindestens eine Torque-Motor alle Antriebswellen betätigt.
- 35 **13.** Stufenschalter nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass drei getrennte Torque-Motoren derart angeordnet sind, dass jeder von ihnen die Bauteile einer Phase, nämlich
 Vorwähler, Feinwähler, Bypasskontakt und Kraftspeicher der zugeordneten Vakuumschaltzelle, betätigen.
- 40 **14.** Stufenschalter nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass für jede Phase zwei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen einer Vorwähler und Feinwähler
 betätigt und der andere Bypasskontakt und Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle betätigt.
- 45 **15.** Stufenschalter nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass für jede Phase drei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen jeweils einer den Vorwähler, einer
 den Feinwähler und einer sowohl den Bypasskontakt als auch den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle betätigt.
- 50 **16.** Stufenschalter nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass insgesamt drei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen einer die Vorwähler aller drei Phasen
 betätigt, ein anderer die Feinwähler aller drei Phasen betätigt und der dritte sowohl die Bypasskontakte als auch
 die Kraftspeicher der Vakuumschaltzellen aller drei Phasen betätigt.

55 **Claims**

1. Tap changer for uninterrupted switching over between different winding taps of a tapped transformer according to the principle of a resistance quick-action switch, consisting of a fine selector and optionally a preselector for power-

- free selection of the winding tap to be switched over to subsequently, further consisting of a load changeover switch for subsequent rapid switching over from the previous winding tap to the preselected winding tap with transient switching in of at least one switching-over resistance, wherein not only fine selector and optional preselector, but also load changeover switch are actuatable by a drive on each switching-over, **characterised in that** at least one torque motor constructed as a three-phase brushless synchronous motor with permanent excitation is provided as drive.
2. Tap changer according to claim 1, **characterised in that** the at least one torque motor actuates not only a known force store of the load changeover switch, but also the fine selector and optional preselector.
 3. Tap changer according to claim 1, **characterised in that** at least one torque motor directly actuates not only the load changeover switch, but also the fine selector and optional preselector.
 4. Tap changer according to claim 1, **characterised in that** at least one first torque motor respectively directly actuates the known force store of the load changeover switch and at least one second torque motor respectively actuates the fine selector and optional preselector.
 5. Tap changer according to claim 1, **characterised in that** at least one first torque motor respectively directly actuates the load changeover switch, at least one second torque motor respectively directly actuates the fine selector and optionally at least one third torque motor respectively actuates the preselector.
 6. Tap changer for uninterrupted switching-over between different winding taps of a tapped transformer according to the principle of a resistance quick-action switch, consisting of a load selector for simultaneous selection of the winding tap which is to be switched over to, as well as for rapid switching-over from the previous winding tap to the preselected winding tap with transient switching in of at least one switching-over resistance, wherein an abruptly actuatable switching element, particularly a switch column, serves for the switching over, **characterised in that** at least one torque motor constructed as a three-phase brushless synchronous motor with permanent excitation is provided as drive.
 7. Tap changer according to claim 6, **characterised in that** the at least one torque motor directly actuates a known force store which in turn abruptly moves the switching element in known manner and optionally actuates a preselector.
 8. Tap changer according to claim 6, **characterised in that** the at least one torque motor directly abruptly moves the switching element and optionally actuates a preselector.
 9. Tap changer according to claim 6, **characterised in that** at least a first torque motor directly abruptly moves the switching element and optionally at least a second torque motor directly actuates the preselector.
 10. Tap changer according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the load changeover-switch on the one hand and the fine selector and optional preselector on the other hand are arranged to be physically separate and/or the fine selector and optional preselector is or are drivable separately by at least one stepping motor.
 11. Tap changer for uninterrupted switching-over between different winding taps of a tapped transformer according to the principle of a reactor switch, consisting of a fine selector with two load branches, between which a vacuum switching cell is arranged in each phase to be switched, consisting of a preselector and of a bypass contact, which bridges over the vacuum switching cell each time and by which in turn at least one of the two load branches is connectible with the load shunt, as well as a force store which actuates the respective vacuum switching cell, wherein a single drive is provided which actuates all stated components by means of various transmissions and by drive shafts, **characterised in that** at least one torque motor constructed as a three-phase brushless synchronous motor with permanent excitation is provided as drive.
 12. Tap changer according to claim 11, **characterised in that** the at least one torque motor actuates all drive shafts.
 13. Tap changer according to claim 11, **characterised in that** three separate torque motors are arranged in such a manner that each of them actuates the components of one phase, namely preselector, fine selector, bypass contact and force store of the associated vacuum switching cell.
 14. Tap changer according to claim 11, **characterised in that** two separate torque motors are provided for each phase,

of which one actuates preselector and fine selector and the other actuates bypass contact and force store of the vacuum switching cell.

5 15. Tap changer according to claim 11, **characterised in that** three separate torque motors are provided for each phase, of which respectively one actuates the preselector, one actuates the fine selector and one actuates not only the bypass contact, but also the force store of the vacuum switching cell.

10 16. Tap changer according to claim 11, **characterised in that** in total three separate torque motors are provided, of which one actuates the preselectors of all three phases, another actuates the fine selectors of all three phases and the third actuates not only the bypass contacts, but also the force stores of the vacuum switching cells of all three phases.

15 Revendications

20 1. Combinateur pour la commutation sans interruption entre différentes prises de bobinage d'un transformateur à prises selon le principe d'un commutateur rapide à résistance, comprenant un sélecteur fin et le cas échéant un présélecteur pour la sélection sans puissance de la prise de bobinage concernée par la commutation suivante,
25 **caractérisé en ce que** l'entraînement est au moins un moteur à couple en forme d'un moteur synchrone triphasé sans balai à excitation permanente.

30 2. Combinateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins un moteur à couple actionne aussi bien un accumulateur d'énergie connu du commutateur de charge que le sélecteur et le cas échéant le présélecteur.

35 3. Combinateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins un moteur à couple actionne directement aussi bien le commutateur de charge que le sélecteur fin et le cas échéant le présélecteur.

40 4. Combinateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** au moins un premier moteur à couple actionne chaque fois directement l'accumulateur d'énergie connu du commutateur de charge, et au moins un deuxième moteur à couple actionne chaque fois le sélecteur fin et le cas échéant le présélecteur.

45 5. Combinateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** au moins un premier moteur à couple actionne chaque fois directement le commutateur de charge, au moins un deuxième moteur à couple actionne chaque fois directement le sélecteur fin et le cas échéant au moins un troisième moteur à couple actionne chaque fois le présélecteur.

50 6. Combinateur pour la commutation sans interruption entre différentes prises de bobinage d'un transformateur à prises selon le principe d'un commutateur rapide à résistance, comprenant un sélecteur de charge pour la sélection simultanée de la prise de bobinage concernée par la commutation suivante, ainsi que pour la commutation rapide de la prise de bobinage actuelle sur la prise de bobinage présélectionnée en activant temporairement au moins une résistance de passage, un élément de commutation, en
55 **caractérisé en ce que** l'entraînement est au moins un moteur à couple en forme d'un moteur synchrone triphasé sans balai à excitation permanente.

- 5
7. Combinateur selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
l'au moins un moteur à couple actionne directement un accumulateur d'énergie connu, qui active pour sa part l'élément de commutation par à-coups et actionne également le cas échéant un présélecteur.
- 10
8. Combinateur selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
l'au moins un moteur à couple active directement l'élément de commutation par à-coups et actionne également le cas échéant un présélecteur.
- 15
9. Combinateur selon la revendication 6,
caractérisé en ce qu'
au moins un premier moteur à couple active directement l'élément de commutation par à-coups et le cas échéant au moins un deuxième moteur à couple actionne le présélecteur directement.
- 20
10. Combinateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
le commutateur de charge d'une part et le sélecteur fin et le cas échéant le présélecteur d'autre part sont disposés de manière séparée spatialement et/ou le sélecteur fin et le cas échéant le présélecteur peut ou peuvent être entraîné(s) séparément par au moins un moteur pas à pas.
- 25
11. Combinateur pour la commutation sans interruption entre différentes prises de bobinage d'un transformateur à prises selon le principe d'un commutateur de réacteur,
comprenant un sélecteur fin avec deux branches de charge entre lesquelles est disposée une cellule de commutation à vide dans chaque phase à commuter,
un présélecteur,
un contact de dérivation qui court-circuite respectivement la cellule de commutation à vide et par lequel au moins une des deux branches de charge peut être reliée au délestage, ainsi qu'un accumulateur d'énergie qui actionne la cellule de commutation à vide respective,
30 un seul entraînement étant prévu pour actionner tous les composants cités au moyen de différents engrenages et d'arbres d'entraînement,
caractérisé en ce que
l'entraînement est un moteur à couple en forme d'un moteur synchrone triphasé sans balai à excitation permanente.
- 35
12. Combinateur selon la revendication 11,
caractérisé en ce que
l'au moins un moteur à couple actionne tous les arbres d'entraînement.
- 40
13. Combinateur selon la revendication 11,
caractérisé en ce que
trois moteurs à couple séparés sont disposés pour actionner chacun les composants d'une phase, à savoir le présélecteur, le sélecteur fin, le contact de dérivation et l'accumulateur d'énergie de la cellule de commutation à vide associée.
- 45
14. Combinateur selon la revendication 11,
caractérisé en ce que
pour chaque phase, deux moteurs à couple séparés sont prévus, dont un actionne le présélecteur et le sélecteur fin et l'autre le contact de dérivation et l'accumulateur d'énergie de la cellule de commutation à vide.
- 50
15. Combinateur selon la revendication 11,
caractérisé en ce que
pour chaque phase trois moteurs à couple séparés sont prévus, dont respectivement un actionne le présélecteur, un le sélecteur fin et un aussi bien le contact de dérivation que l'accumulateur d'énergie de la cellule de commutation à vide.
- 55
16. Combinateur selon la revendication 11,
caractérisé en ce qu'
au total trois moteurs à couple séparés sont prévus, dont un actionne les présélecteurs des trois phases, un autre

EP 1 609 162 B1

les sélecteurs fins des trois phases et le troisième aussi bien les contacts de dérivation que les accumulateurs d'énergie des cellules de commutation à vide des trois phases.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

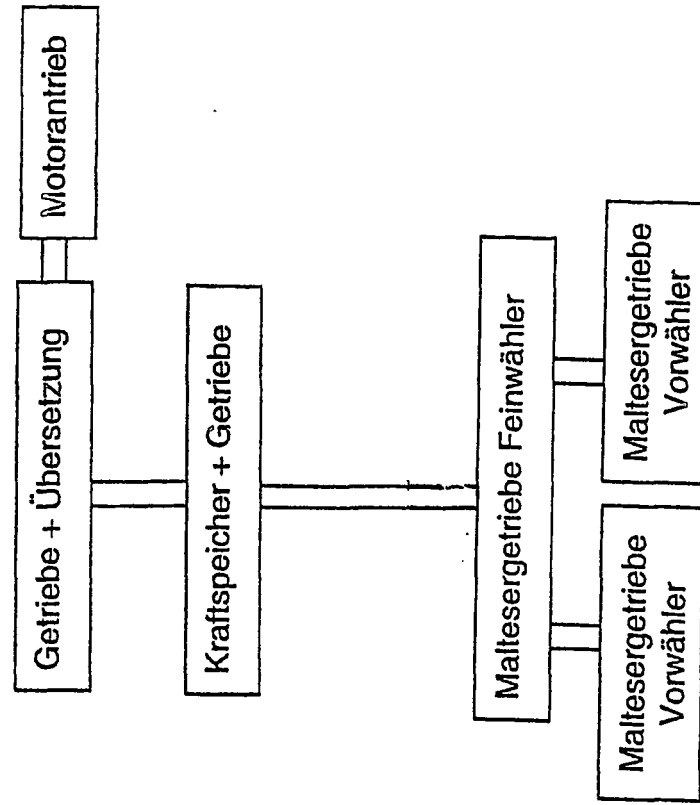


Fig. 2

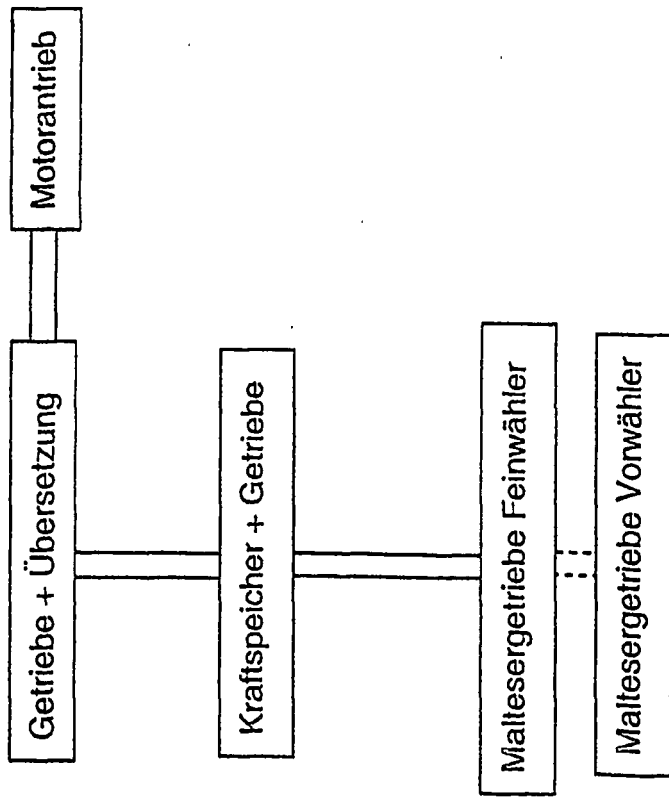


Fig. 1

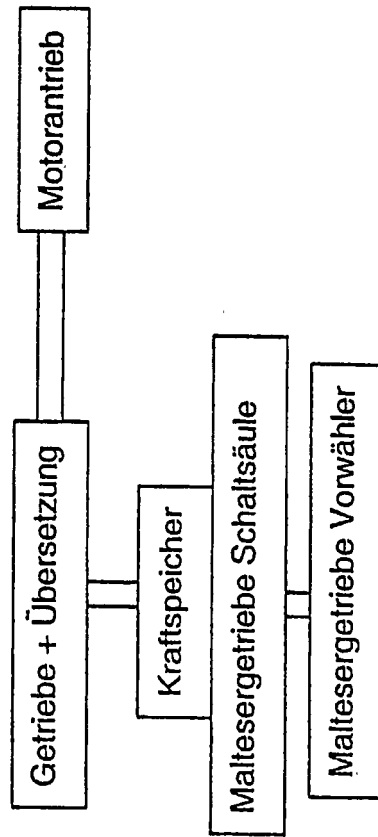


Fig. 3

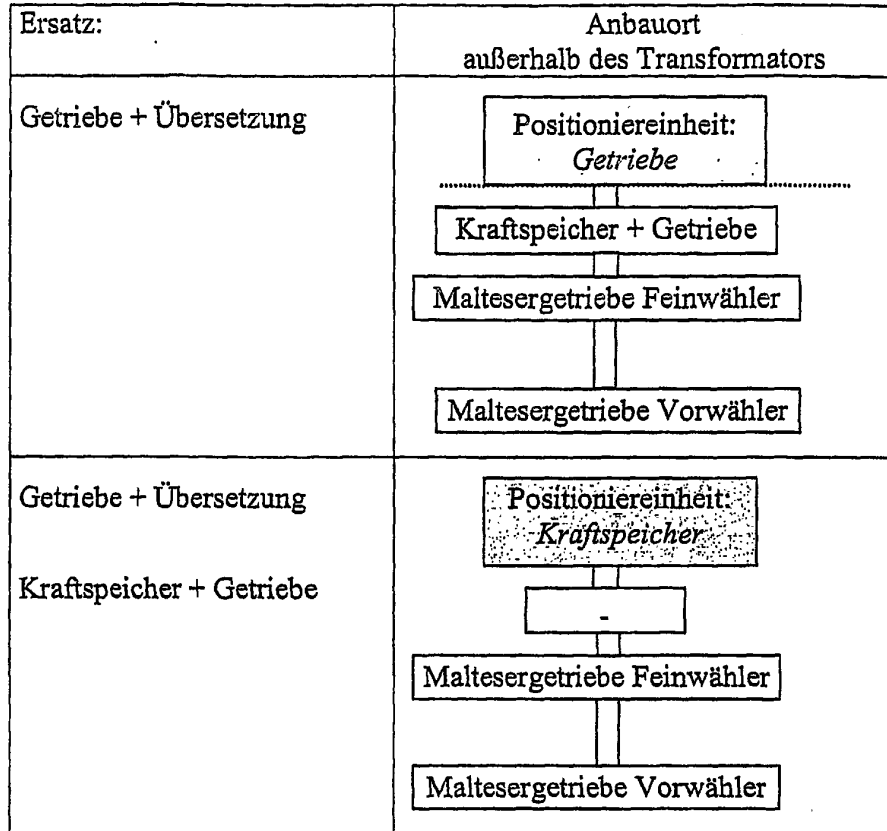


Fig.4a

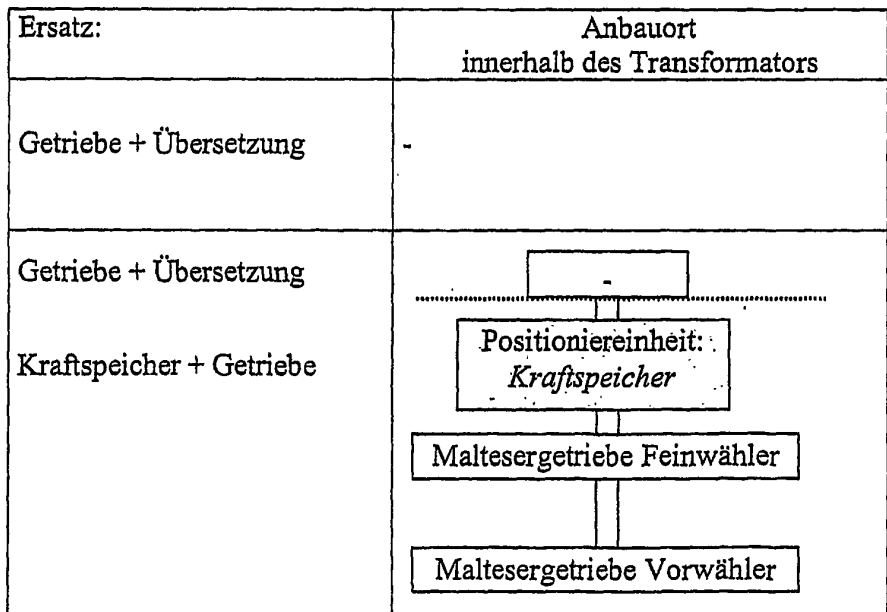


Fig.4b

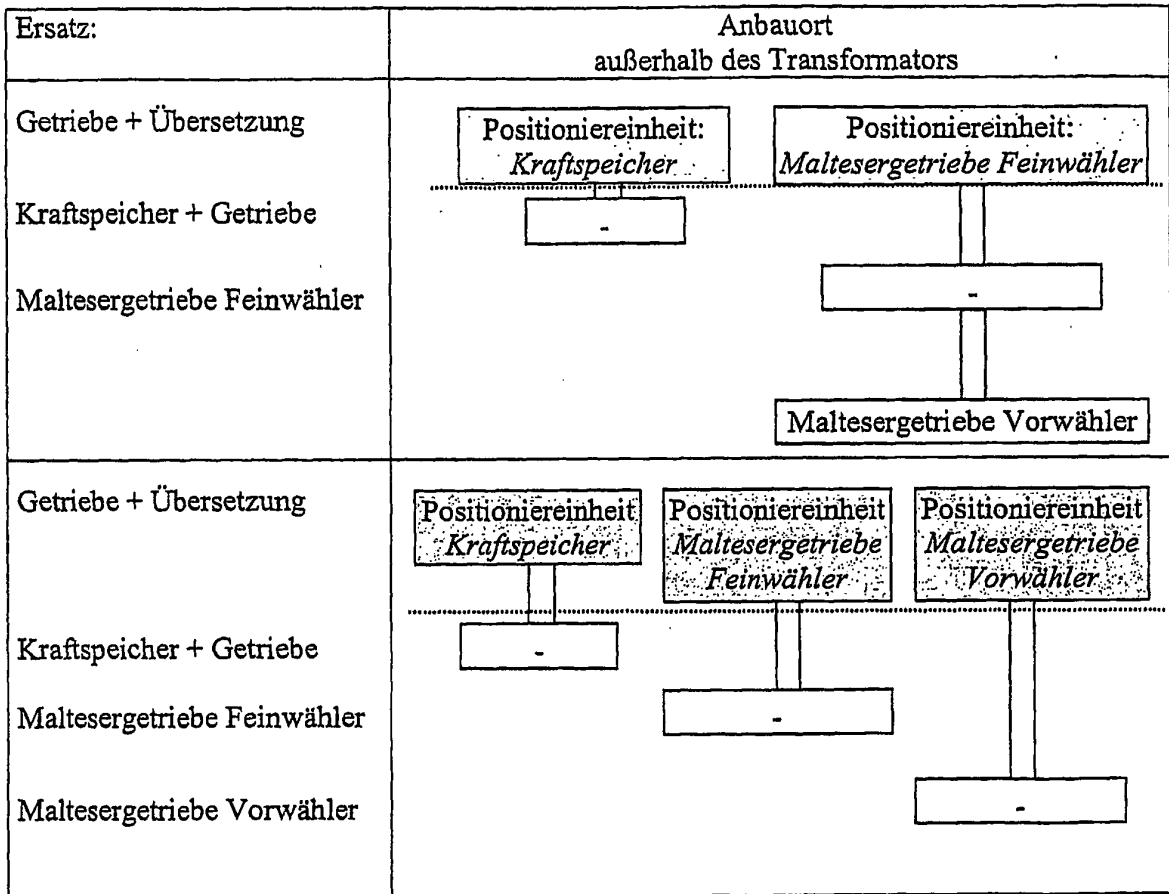


Fig.5a

Ersatz:	Anbauort innerhalb des Transformators
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher + Getriebe</p> <p>Maltesergetriebe Feinwähler</p>	
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher + Getriebe</p> <p>Maltesergetriebe Feinwähler</p> <p>Maltesergetriebe Vorwähler</p>	

Fig.5b

Ersatz:	Anbauort außerhalb des Transformators
<p>Getriebe + Übersetzung</p>	
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher Maltesergetriebe Schaltsäule</p>	
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher Maltesergetriebe Schaltsäule</p> <p>Maltesergetriebe Vorwähler</p>	

Fig. 6a

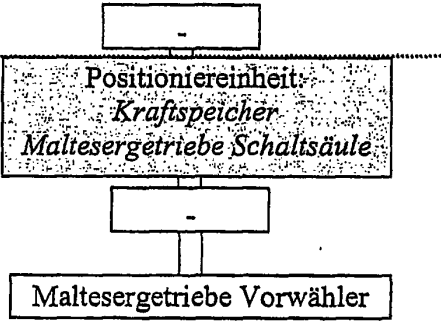
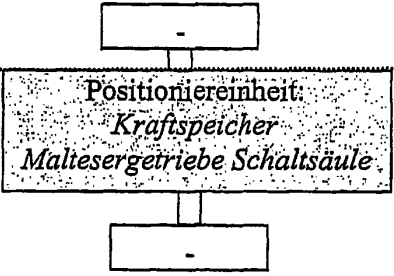

Ersatz:	Anbauort innerhalb des Transformators
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher Maltesergetriebe Schaltsäule</p> <p>Maltesergetriebe Vorwähler</p>	
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher Maltesergetriebe Schaltsäule</p>	
<p>Getriebe + Übersetzung</p> <p>Kraftspeicher Maltesergetriebe Schaltsäule</p> <p>Maltesergetriebe Vorwähler</p>	

Fig. 6b

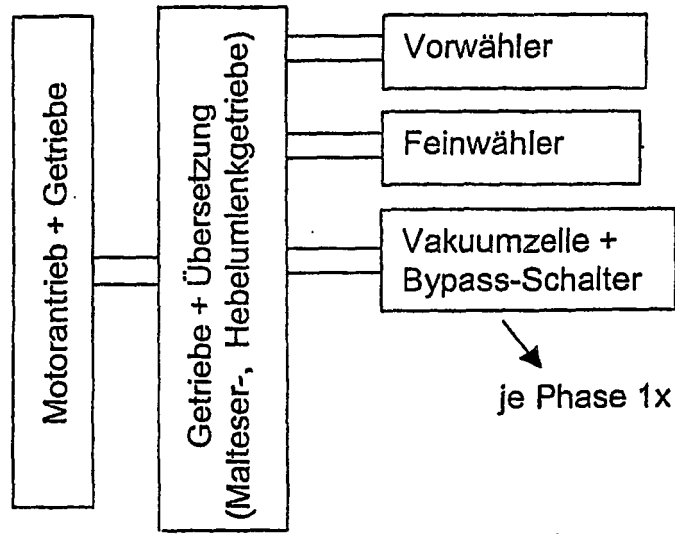


Fig. 7

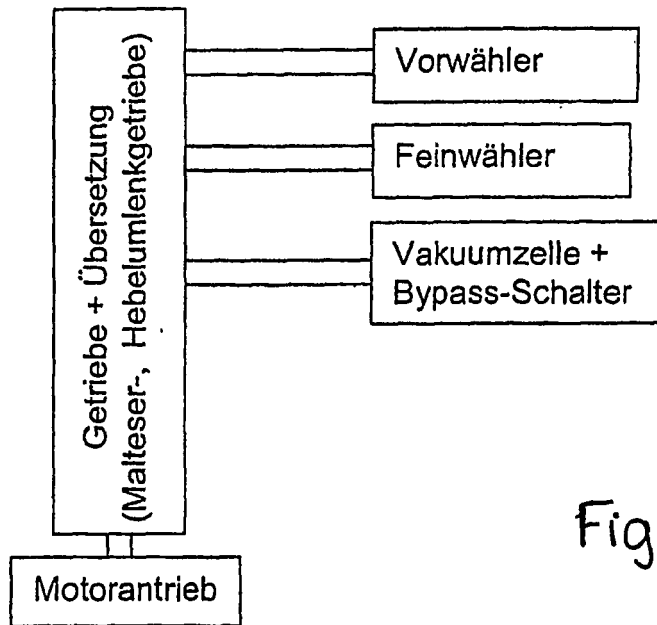


Fig. 8

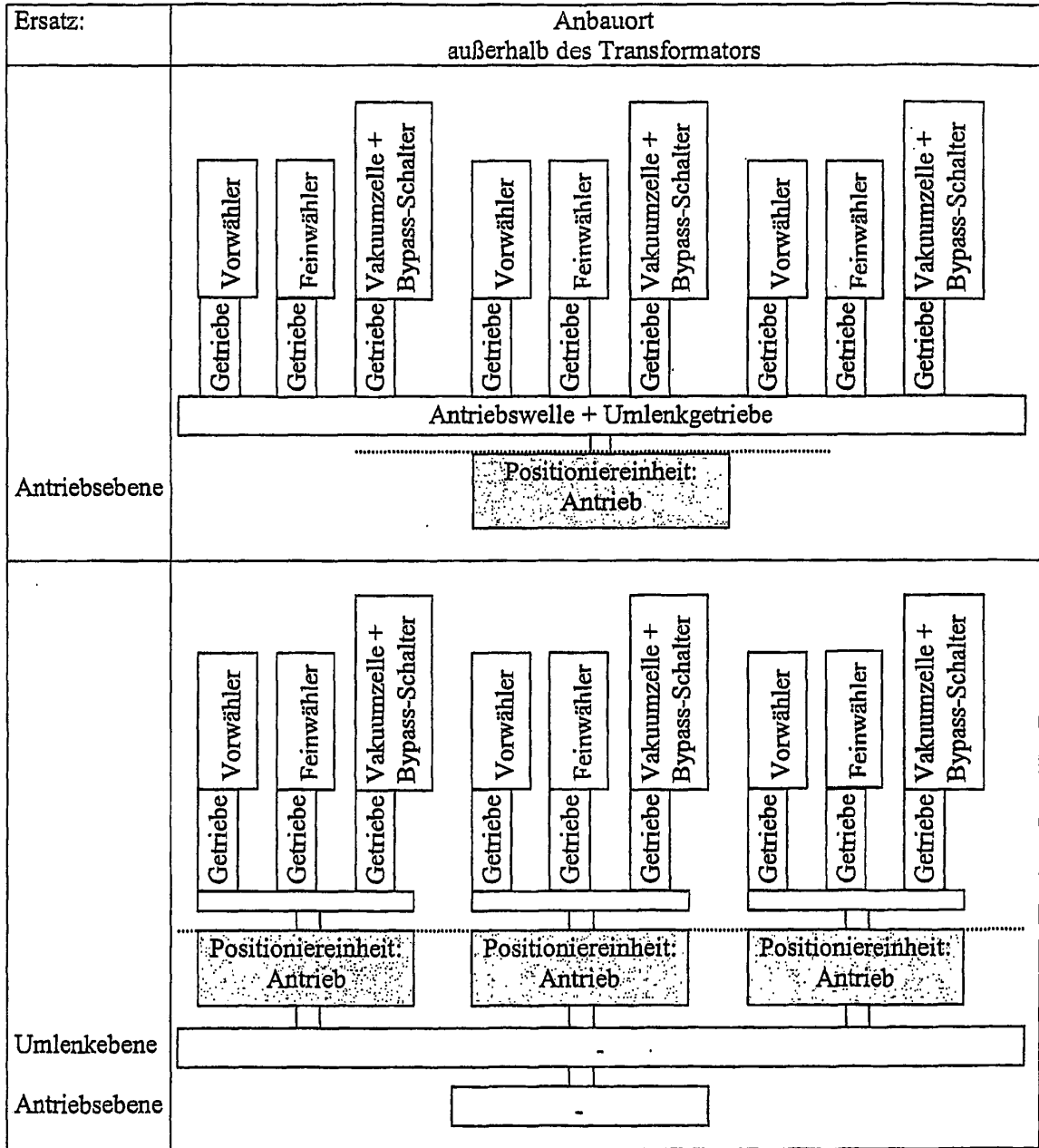


Fig. 9a

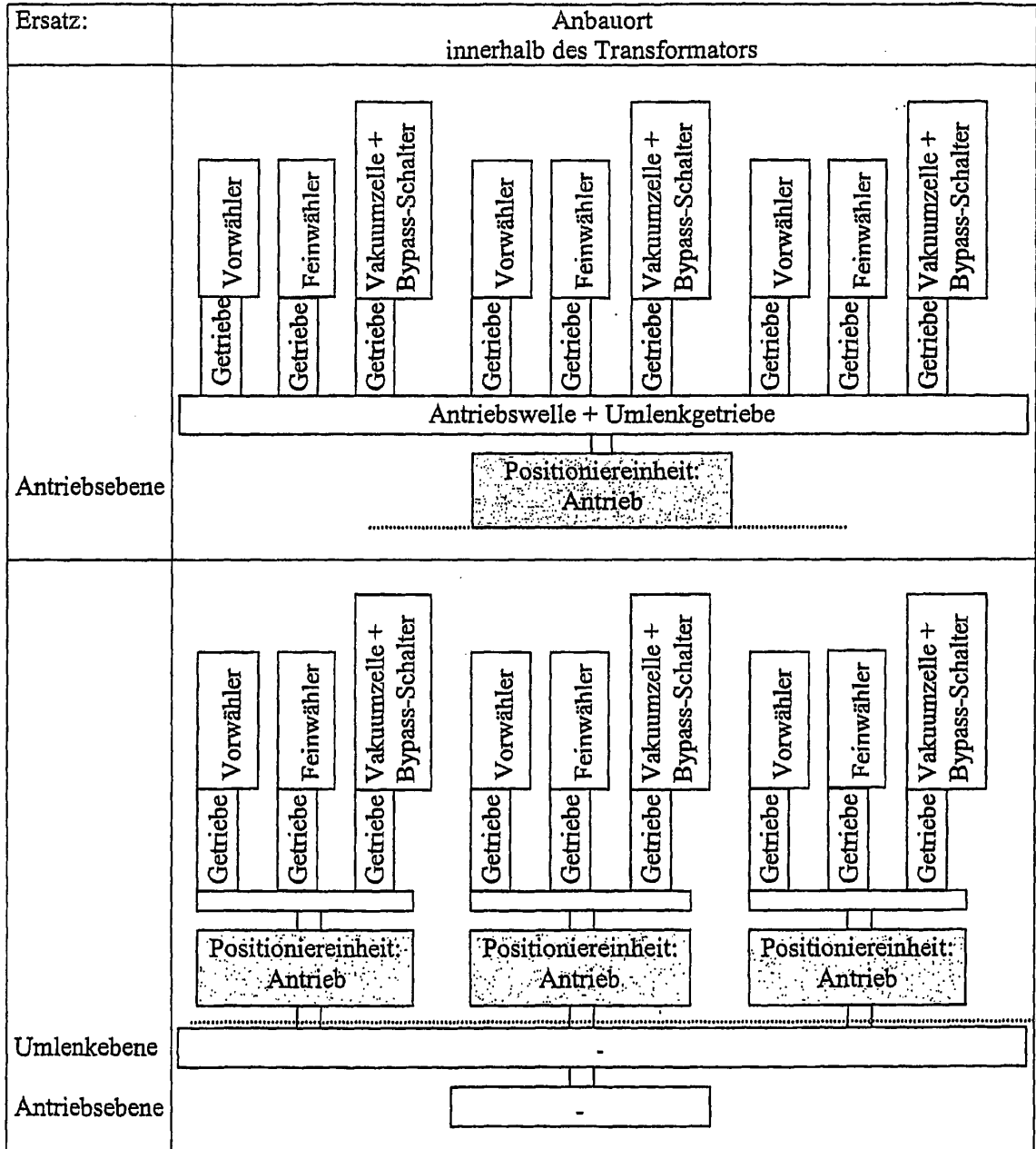


Fig. 9b



Fig. 10a

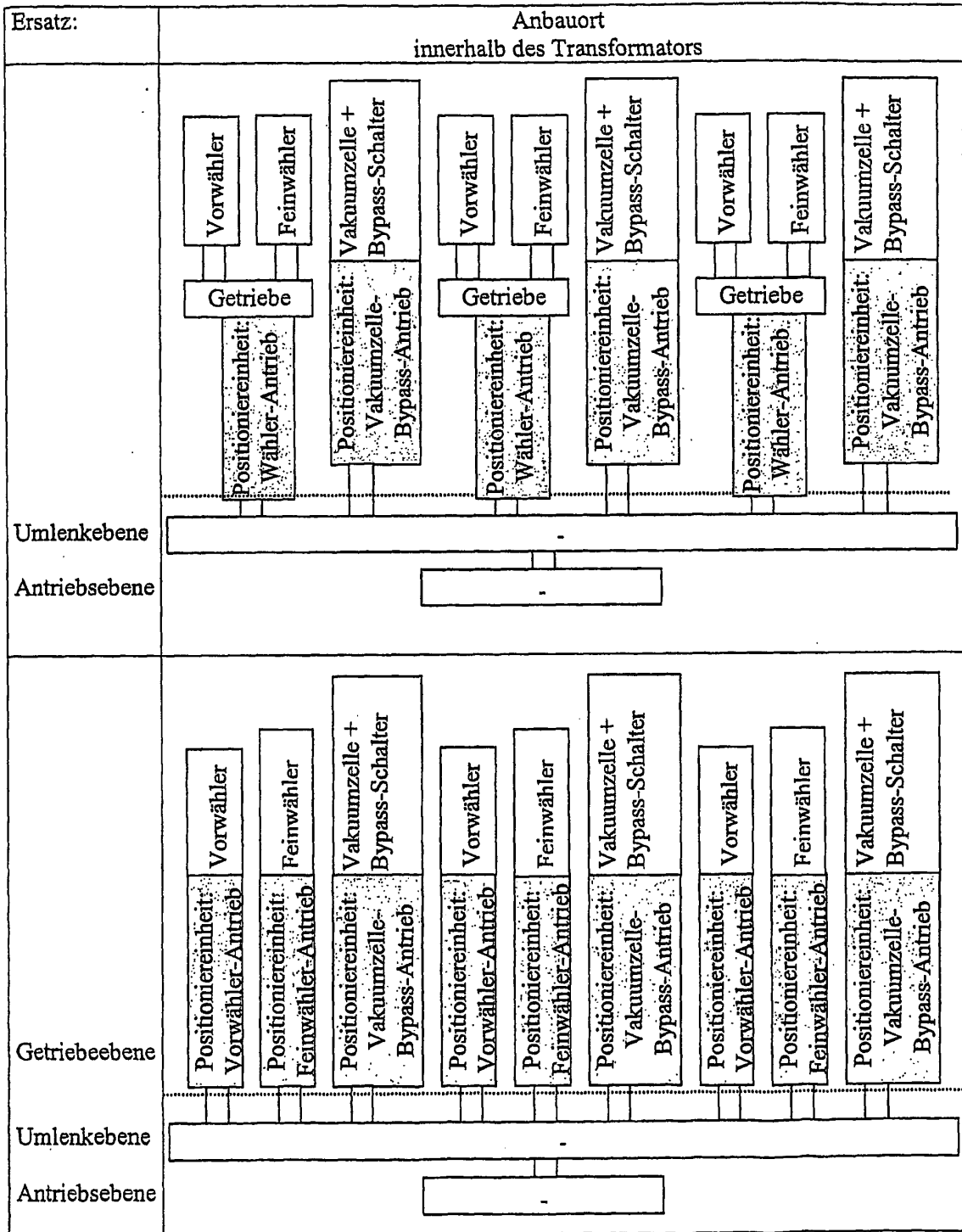


Fig. 10b

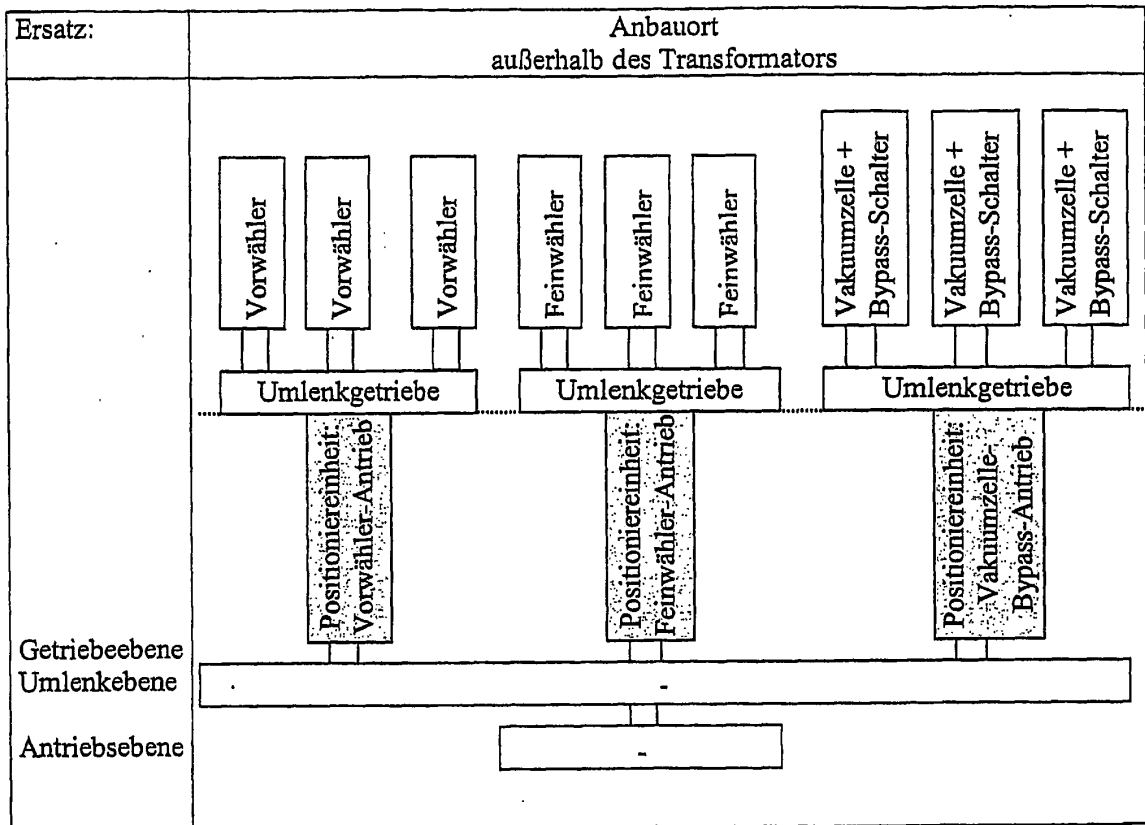


Fig. 11a

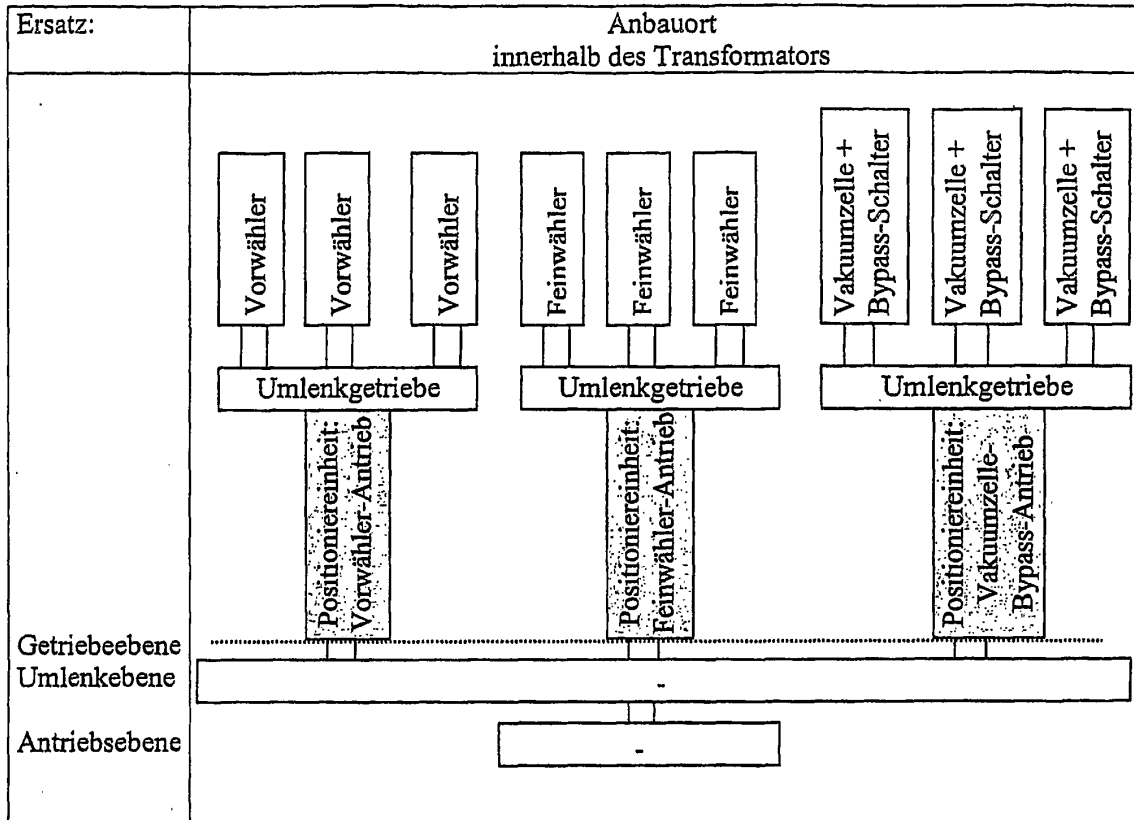


Fig. 11b

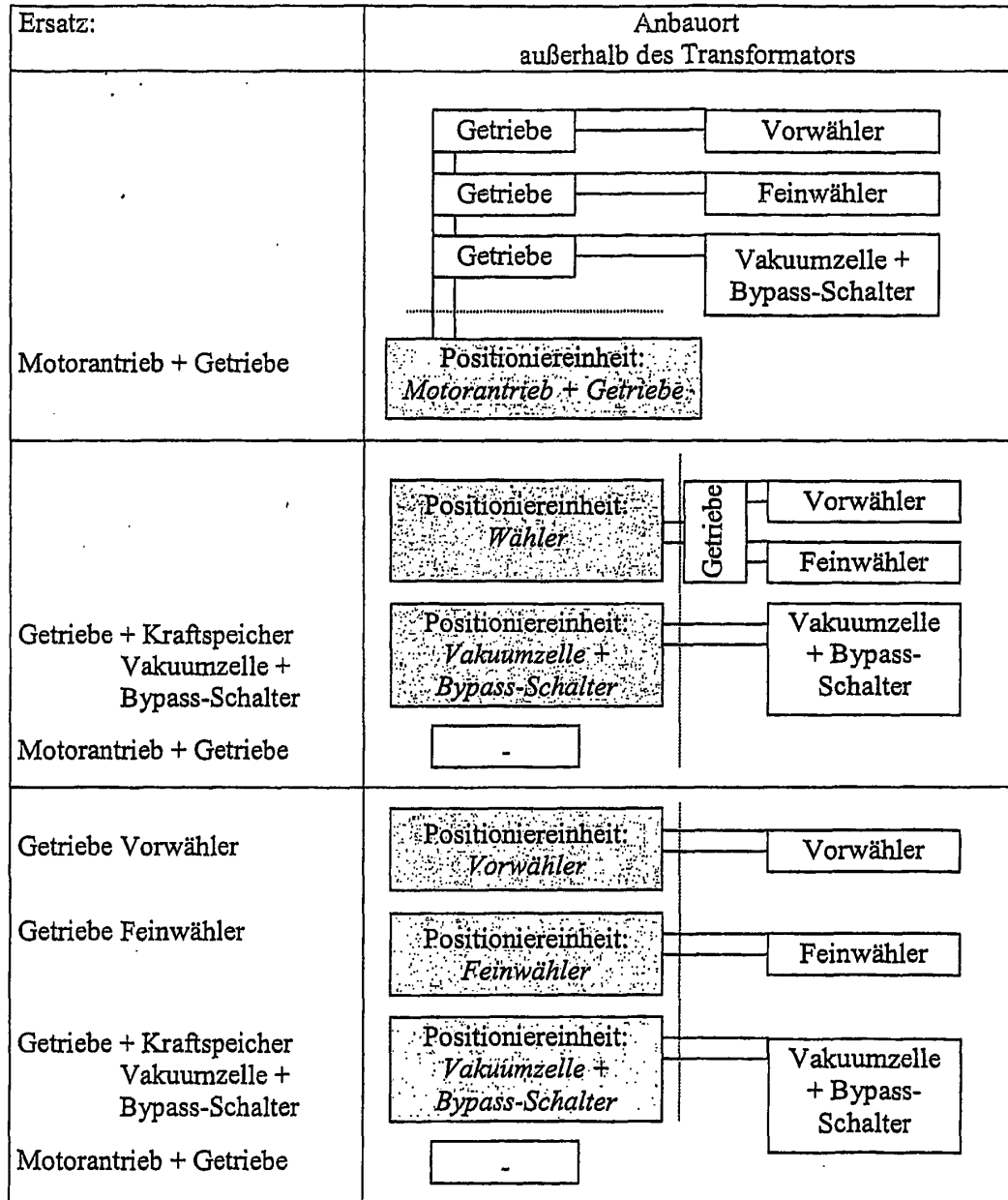


Fig.12a

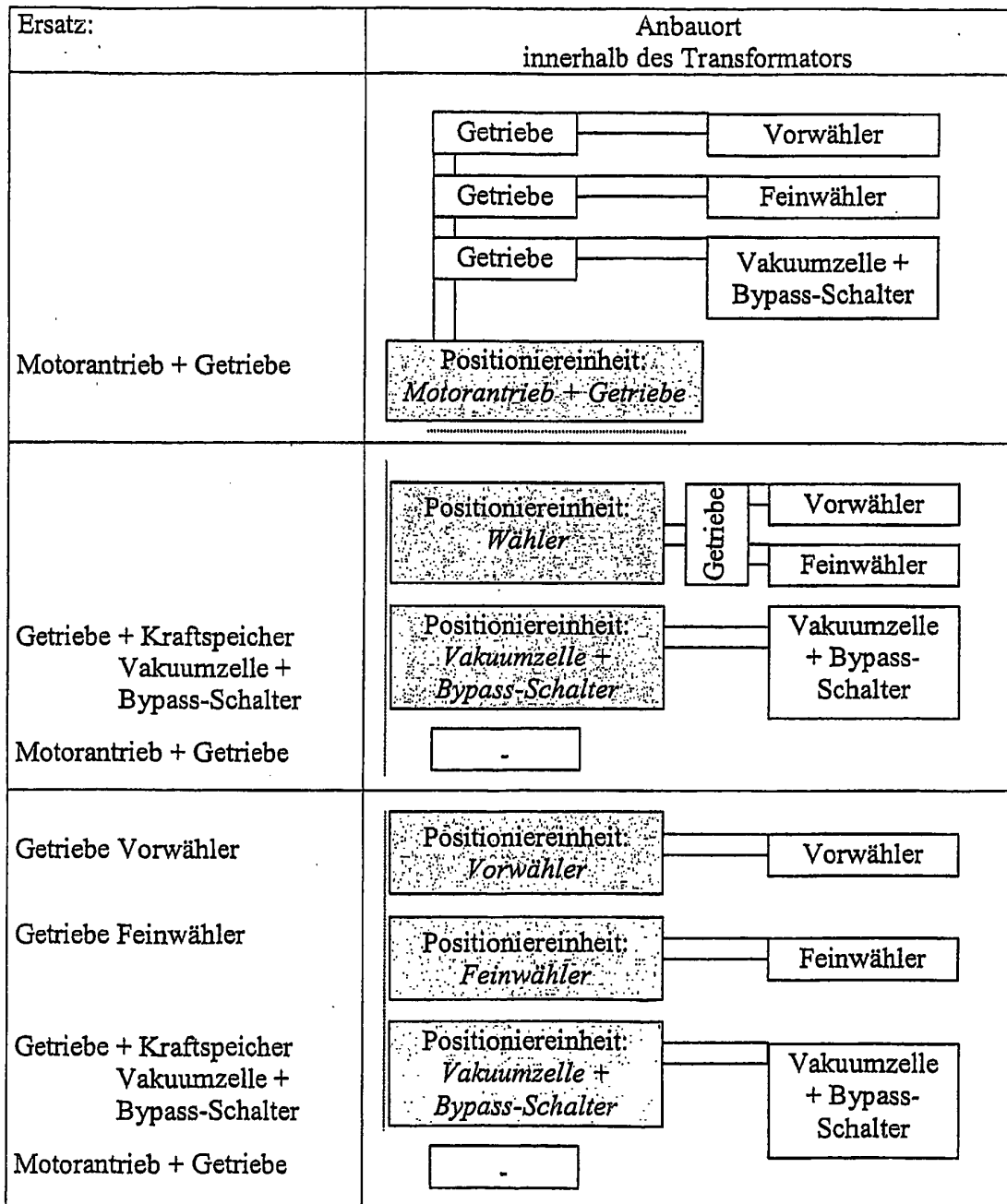


Fig.12b