

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 656 637 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.02.1997 Patentblatt 1997/09

(51) Int Cl.⁶: **H01F 38/08**

(21) Anmeldenummer: **94250233.7**

(22) Anmeldetag: **23.09.1994**

(54) Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket

Transformer with frame-shaped stack of laminations

Transformateur avec paquet de tôles en forme de cadre

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI SE

(30) Priorität: **03.12.1993 DE 4341721**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.1995 Patentblatt 1995/23

(73) Patentinhaber: **AEG Westinghouse
Transport-Systeme GmbH
D-13599 Berlin (DE)**

(72) Erfinder: **Xie, Jian, Dr.-Ing.
D-63225 Langen (DE)**

(74) Vertreter: **Hamilton, Eberhard
c/o EHG Elektroholding GmbH,
Patente,
Theodor-Stern-Kai 1
60596 Frankfurt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**CH-A- 247 752 CH-A- 391 085
DE-C- 631 785 DE-C- 695 233
FR-A- 704 640**

EP 0 656 637 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 bezieht sich auf einen Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket, wie er im Oberbegriff des Anspruchs 1 näher definiert ist. Ein solcher Transformator ist durch die DE-C-0 631 785 bekannt.

Bei diesem bekannten Transformator, der im allgemeinen als Klingeltransformator oder als Spielzeugtransformator dient, befindet sich jede der Wicklungen getrennt von den übrigen Wicklungen in einem eigenen Einzelfenster, in die der zentrale, vom Blechpaket umschlossene Freiraum durch ein oder mehrere kreuzförmige Zwischenjoche unterteilt ist. Einziges Ziel der Aufteilung des zentralen Innenraums durch die kreuzförmigen Zwischenjoche ist eine Absicherung des Primärkreises durch die dadurch erzielbare Reduktion der Kurzschlußströme.

In der zuvor erwähnten DE-C-0 631 785 ist zum Stand der Technik angegeben, daß bei mehrphasigen Manteltransformatoren zwischen die Transformatorbleche Streustegbleche zur Erzielung eines die Verzerrung der Stromkurve vorbeugenden Flusses eingeschaltet werden können.

Transformatoren werden auch zur Bereitstellung von 16 2/3 Hz-Energie bei der Bahnstromversorgung über statische Umrichter mit Leistungshalbleitern (z.B. Gate-Turn-Off (= GTO)-Thyristoren) eingesetzt. Die benötigte hohe Leistung wird dabei allgemein durch Parallelschaltung von mehreren einspeisenden Vierquadrantenstellern über nur einen solchen Transformator erreicht.

In Fig. 5 ist das schematische Schaltbild für einen solchen Transformator mit vier auf separate Unterspannungswicklungen 1 einspeisende Vierquadrantensteller 2 dargestellt. Die vier Oberspannungswicklungen 3 sind allgemein parallel geschaltet.

Der als bekannt vorauszusetzende konstruktive Aufbau eines solchen bekannten Transformators ist Fig. 6 entnehmbar. Um die Schenkel 4 und 5 eines rahmenförmigen Blechpakets 6 sind dabei die Unterspannungswicklungen 1 und die Oberspannungswicklungen 3 je zu Paaren gruppiert und ragen einseitig in den vom Blechpaket 6 umschlossenen zentralen Freiraum 7.

Die 16 2/3 Hz-Wechselspannung wird durch Pulsen der Leistungshalbleiter (GTOs) in Vierquadrantenstellern 2 aus Gleichspannungen erzeugt. Durch das Pulsen sind die Ausgangsspannungen e_1 , e_2 , e_3 und e_4 der Vierquadrantensteller (vgl. Fig. 5) entsprechend Fig. 7c mit hohen Oberschwingungen überlagert. Diese Spannungsüberschwingungen verursachen weiter Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1, wie in Fig. 7b dargestellt. Zur Kompensation der Stromüberschwingungen werden die einzelnen Vierquadrantensteller versetzt getaktet. Dadurch wird der Ausgangsstrom des Transformators i_{Ges} in der Oberspannungswicklung 3 sinusförmig (vgl. Fig. 7a).

Von den Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1 werden zusätzliche Stromwär-

meverluste im Transformator und in den Stromrichtern hervorgerufen. Außerdem wird die Ausnutzung der Leistungshalbleiter (GTOs) durch die Stromspitzen deutlich verschlechtert. Diese Nachteile können durch den Einsatz von vier getrennten Transformatoren, die oberspannungsseitig in Reihe geschaltet sind, beseitigt werden. Dadurch werden aber die Kosten, das Volumen und das Gewicht des Transformators stark erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Einzel-Transformator so auszubilden, daß auf einfache Weise, ohne wesentliche Erhöhung der Transformatorkosten, des Transformatorvolumens und des Gewichtes die unerwünschten Stromüberschwingungen stark reduziert werden können.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des einzigen Anspruches gelöst.

Anhand von schematischen Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 den neuartigen Transformatoraufbau für vier Wicklungspaare
- Fig. 2 die zugehörigen Strom- und Spannungsverläufe
- Fig. 3 den neuartigen Transformatoraufbau für sechs Wicklungspaare
- Fig. 4 den Transformatoraufbau für acht Wicklungspaare
- Fig. 5 bis 7 den schon erläuterten Stand der Technik.

Wie Fig. 1 zeigt, ist dem neuen Transformator statt des bloßen bisher üblichen rahmenförmigen Blechpakets 6 ein kreuzförmiges Zwischenjoch 8 integriert. In den damit gebildeten vier Fenstern 9 (im bisherigen Freiraum 7) liegen die vier Wicklungspaaare 1;3 magnetisch entkoppelt ein. Das der neuen Konstruktion zugrundeliegende Prinzip ist folgendes:

Die Größe der Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1 ist von der Streuinduktivität abhängig und nimmt mit zunehmender Streuinduktivität ab. Bei Transformatoren mit mehreren Unterspannungswicklungen 1 gibt es zwei unterschiedliche Streuinduktivitäten: Die zwischen den einzelnen Unterspannungswicklungen 1 und die zwischen den Unterspannungswicklungen 1 und den Oberspannungswicklungen 3. Während die erste Streuinduktivität für die Begrenzung der Stromüberschwingungen maßgebend ist, bestimmt die zweite den Spannungsabfall des Transformators. Bei der bisherigen Transformator konstruktion (vgl. Fig. 6) sind die Größen der beiden Streuinduktivitäten voneinander abhängig. Die Streuinduktivität zwischen den Unterspannungswicklungen 1 darf deswegen zur Verringerung der Stromüberschwingungen nicht beliebig erhöht werden, da sonst der Spannungsabfall des Transformators ebenfalls vergrößert wird,

was eine Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften des Transformators bedeutet.

Bei der neuen Transformator konstruktion werden die vier Unter- und Oberspannungswicklungen durch das zusätzliche Zwischenjoch 8 magnetisch entkoppelt. Damit kann die Streuinduktivität zwischen den einzelnen Unterspannungswicklungen 1, die die Größe der Stromüberschwingungen bestimmt, ohne Einfluß auf die andere Streuinduktivität beliebig erhöht werden. D. h., die Stromüberschwingungen können durch Erhöhung der Streuinduktivität stark reduziert werden, ohne den Spannungsabfall des Transformators zu vergrößern. In den Fig. 2a und 2b sieht man, daß die Ströme durch den Einsatz der neuen Transformator konstruktion sowohl in den Oberspannungs- als auch in den Unterspannungswicklungen sinusförmig sind. Da im Zwischenjoch 8 nur Oberschwingungen des Flusses vorhanden sind, die eine sehr kleine Amplitude haben, kann das Zwischenjoch 8 sehr schmal dimensioniert werden. Um die Stromüberschwingungen z.B. um ca. 20-fach zu reduzieren, wird ein Querschnitt des Zwischenjoches 8 von etwa nur 1/10 des Schenkelquerschnitts 4 bzw. 5 benötigt. Aus diesem Grund wird der Transformator durch das zusätzliche Zwischenjoch 8 nicht viel größer und schwerer.

Die Fig. 3 und 4 zeigen Transformator konstruktionen für sechs- oder achtfache Einspeisung und entsprechend angeordnet zweimal drei bzw. zweimal vier Wicklungspaare 1;3. Das Transformator-Blechkpaket 6 ist hier durch zwei bzw. drei aneinandergrenzende kreuzförmige Zwischenjochs 8, die ineinander übergehen, ergänzt. Das Wirkungsprinzip ist wie bereits geschildert.

Die neue Transformator konstruktion kann überall dort, wo mehrere Vierquadrantensteller parallel betrieben werden, z.B. auch auf Lokomotiven, eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Transformator mit rahmenförmigem Blechkpaket (6), bei dem auf zwei seiner gegenüberliegenden Schenkel (4; 5) Wicklungen (1, 3) angeordnet sind und bei dem der vom Blechkpaket (6) umschlossene zentrale Freiraum (7) durch wenigstens ein kreuzförmiges Zwischenjoch (8) in gleichförmige Einzel Fenster (9) unterteilt ist, in welche jeweils zugeordnete Wicklungen (1; 3) ragen, wobei der Querschnitt des wenigstens einen Zwischenjoches (8) einen Bruchteil des Querschnittes der Schenkel (4; 5) beträgt, derart, daß die Streuung zwischen den Unterspannungswicklungen (1, 3) vergrößert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wicklungen (1, 3) als mindestens vier Wicklungspaare (1; 3) aus jeweils einer inneren Oberspannungswicklung (3) und einer darüberliegenden äußeren Unterspannungswicklung (1) auf jedem der gegenüberliegenden Schenkel (4; 5) grup-

piert sind und daß die Oberspannungswicklungen (3) in Reihe geschaltet sind.

Claims

1. Transformer with frame-shaped lamination stack (6) in which windings (1, 3) are arranged on two of its opposite limbs (4; 5) and in which the central free space (7) enclosed by the lamination stack (6) is subdivided by at least one cruciform intermediate yoke (8) into uniform individual windows (9), into which respectively associated windings (1; 3) project, wherein the cross-section of at least one intermediate yoke (8) amounts to a fraction of the cross-section of the limb (4; 5) in such a manner that the leakage between the low tension voltage windings (1, 3) is increased, characterised thereby that the windings (1, 3) are grouped on each of the opposite limbs (4; 5) as at least four winding parts (1; 3) each time of an inner high-tension voltage winding (3) and an outer low-tension voltage winding (1) disposed thereabove and that the high-tension voltage windings (3) are connected in series.

Revendications

1. Transformateur, équipé d'un paquet de tôles (6) en forme de cadre, dans lequel, sur ses deux branches en vis-à-vis (4; 5), sont disposés des enroulements (1, 3) et dans lequel l'espace libre central (7), entouré par le paquet de tôles (6), est subdivisé par au moins une culasse intermédiaire cruciforme (8) en différentes fenêtres identiques (9), dans lesquelles pénètrent les enroulements respectivement associés (1; 3), la section d'au moins une culasse intermédiaire (8) s'élève à une fraction de la section des branches (4; 5), de telle sorte que la dispersion entre les enroulements abaisseurs de tension (1; 3) est accrue, caractérisé en ce qu'au moins quatre paires d'enroulements (1; 3) se composant respectivement d'un enroulement élévateur de tension intérieur (3) et d'un enroulement abaisseur de tension supérieur superposés (1) sont groupées sur chacune des branches en vis-à-vis (4; 5) et en ce que les enroulements éleveurs de tension (3) sont montés en série.

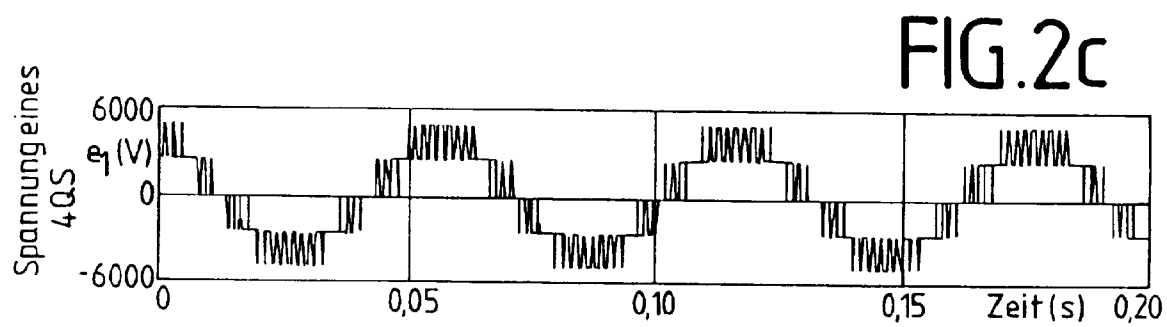
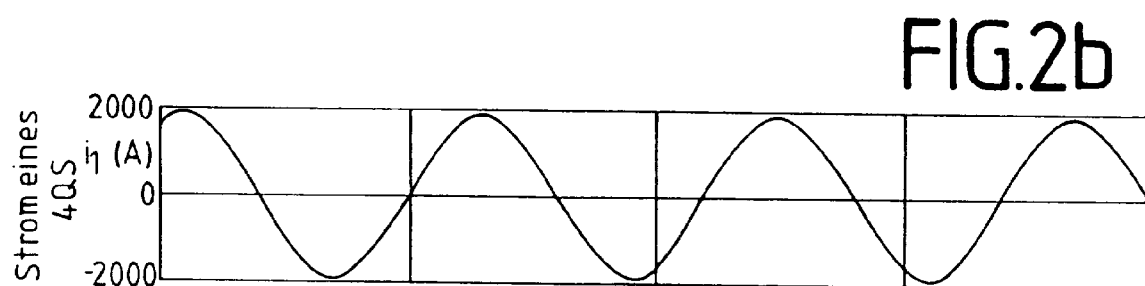
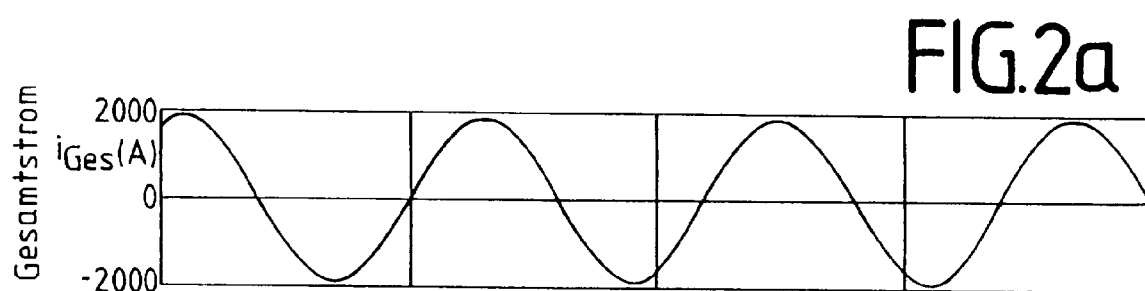
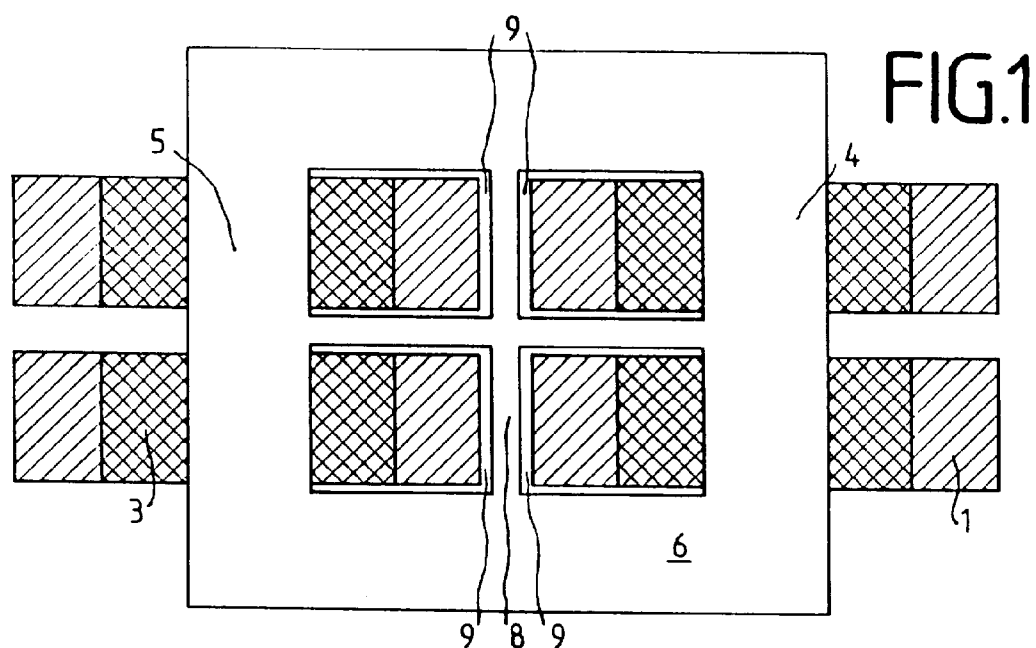


FIG.3

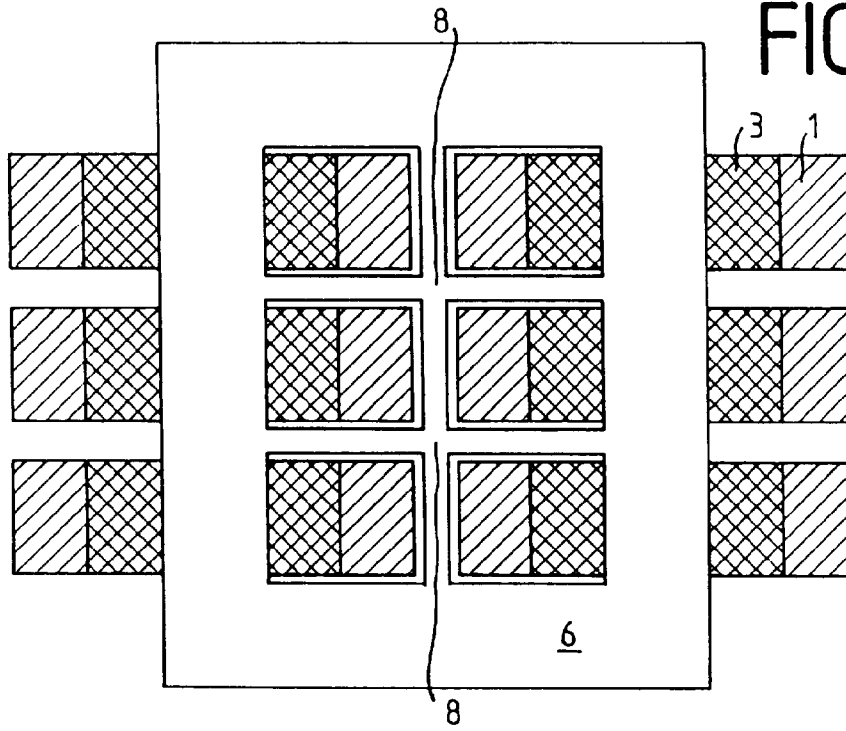


FIG.4

