



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 84106211.0


 Int. Cl.³: H 01 F 27/38


 Anmeldetag: 30.05.84


 Priorität: 13.06.83 JP 105221/83


 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 27.12.84 Patentblatt 84/52


 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB LI NL SE


 Anmelder: FUJI ELECTRIC CO. LTD.
 1-1, Tanabeshinden, Kawasaki-ku
 Kawasaki 210(JP)

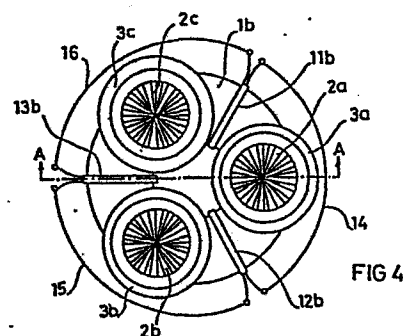

 Erfinder: Teiji, Egami
 19 Yawata-kaigandouri
 Ichihara-shi Chiba-ken, 290(JP)


 Erfinder: Motoo, Wada
 1-507 Mitsuwadai 5-chome
 Chiba-shi Chiba-ken, 260(JP)


 Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al,
 Postfach 22 01 76
 D-8000 München 22(DE)


 Dreiphasendrossel mit je einem ringförmigen oberen und unteren Eisenkernjoch.


 Die Eisenkernjoch (1a bzw. 1b) in derartigen Dreiphasendrosselspulen dienen als magnetische Rückschlüsse zwischen Eisenkernschenkeln (2a, 2b, 2c), deren Achsen senkrecht auf den Eckpunkten eines Dreiecks angeordnet sind. Erfindungsgemäß sind zur Unterdrückung von Zusatzmagnetflüssen in den Eisenkernjochen (1a bzw. 1b) zusätzliche Spulen (11a, 12a, 13a bzw. 11b, 12b, 13b) vorgesehen, von denen je eine zwischen zwei benachbarten Eisenkernschenkeln (2a, 2b, 2c) ein Eisenkernjoch (1a, 1b) umfaßt und wobei jeweils auf demselben Eisenkernjoch (1a bzw. 1b) angeordnete Spulen (11a, 12a, 13a bzw. 11b, 12b, 13b) elektrisch im Dreieck geschaltet sind. Durch die Anordnung der zusätzlichen Spulen (11a, 12a, 13a bzw. 11b, 12b, 13b) auf den Eisenkernjochen (1a bzw. 21b) wird in den letzteren das Auftreten von Schwingungen mit einem Vielfachen der Netzfrequenz verhindert, so daß erfindungsgemäß ausgebildete Dreiphasendrosselspulen durch niedrige Verlustleistungen und durch nur schwache Geräuschabstrahlung ausgezeichnet sind.



FUJI ELECTRIC
Japan

Unser Zeichen
VPA 83 P 8551 E

5 Dreiphasendrossel mit je einem ringförmigen
oberen und unteren Eisenkernjoch

Die Erfindung betrifft eine Dreiphasendrosselspule mit je einem ringförmigen oberen und unteren, aus magnetischem Stahlband gewickelten Eisenkernjoch und mit drei Eisen-
10 kernschenkeln zwischen dem oberen und unteren Joch, wobei jeder von einer Wicklung umgebene Eisenkernschenkel aus einem Stapel von abwechselnd aufeinanderliegenden Zwischenlagen und Eisenpaketen aufgebaut ist und wobei die drei Eisenkernschenkel mit ihrer Achse senkrecht
15 auf den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks stehen.

In den vergangenen Jahren ist mit wachsenden Übertragungsspannungen, längeren Übertragungsleitungen und steigenden Übertragungsleistungen sowohl in Freileitungen als auch
20 in unterirdisch verlegten Kabeln der Bedarf an hochspannungsfesten Hochleistungsdrosseln zur Kompensation von Blindleistungen gestiegen. Von diesen Kompensationsdrosseln wird gefordert, daß sie bei geringem Gewicht niedrige Verluste und nur eine kleine Geräuscentwicklung
25 verursachen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen den Aufbau einer Dreiphasendrossel wie sie in den letzten Jahren zur Anwendung gekommen ist. Diese bekannte Drosselspule weist ein ringförmiges oberes Eisenkernjoch 1a sowie ein unteres ringförmiges Eisen-
30 kernjoch 1b auf. Die beiden ringförmigen Eisenkernjoch 1a und 1b sind jeweils als Spule aus einem magnetischen

Krt 2 Sir / 17.05.1984

Stahlband gewickelt. In Achsrichtung zwischen den ringförmigen Eisenkernjochen 1a und 1b sind Eisenkernschenkel 2a, 2b und 2c eingespannt, die von an der Netzspannung liegenden Hauptphasenwicklungen 3a, 3b und 3c umfaßt sind. Jeder der Eisenkernschenkel 2a, 2b und 2c ist als Stapel aus abwechselnd aufeinander geschichteten Eisenpaketen 4 und für den Magnetfluß Spalte 5a und 5b bildenden Zwischenlagen aufgebaut. Die Kernpakete 4 sind zweckmäßigerweise aus achsparallel und radial ausgerichteten, miteinander verklebten Blechlamellen zusammengesetzt. Die Eisenkernschenkel 2a, 2b und 2c sind senkrecht auf den Eckpunkten eines gleichzeitigen Dreiecks angeordnet. Zwischen den stirnseitigen Endflächen der Eisenkernschenkel und dem oberen Eisenkernjoch 1a bzw. dem unteren Eisenkernjoch 1b liegen für den Magnetfluß Spalte 5b bildende Zwischenlagen. Die Eisenkernschenkel 2a, 2b und 2c sowie die Eisenkernjoch 1a und 1b sind durch eine nicht näher dargestellte Preßeinrichtung zur Erzeugung insbesondere der axial gerichteten Preßkraft zu einer Baueinheit zusammengefaßt.

Ein derartiger aus Paketen und Stapeln von Blechlamellen zusammengesetzter Eisenkern für Drosselspulen erleidet gewöhnlich Wirbelstromverluste, die im wesentlichen durch senkrecht auf die Blechoberfläche der Eisenkernlamellen auftreffenden Magnetfluß verursacht sind. In den Eisenkernschenkeln 2a, 2b und 2c haben die Eisenpakete 4 und der die Spalte 5a und 5b offenhaltende Werkstoff sehr unterschiedliche Permeabilitäten, so daß ein Streufluß verursacht ist, der an den Spalten 5a in radialer Richtung ausweicht und dadurch seitlich in die Eisenpakete 4 eintritt. Beim Aufbau der Eisenpakete 4 aus radial angeordneten Blechlamellen wird die Oberfläche der Blechpakete 4 ausschließlich von den Schnittkanten der Blechlamellen dargestellt und hat dadurch einen Aufbau, durch

den auftretende Wirbelströme auf einen Wert entsprechend einem kleinen Randfeld verringert sind. Im Ergebnis treten in der Drosselspule nur sehr geringe Verluste auf.

- 5 In der Drosselspule mit den aus Eisenkernen 4 aufgebauten Eisenkernschenkeln 2a, 2b und 2c wird Geräusch im wesentlichen durch quer zu den Spalten 5a und 5b auftretende magnetostriktiven Kräften erzeugt. Durch entsprechende Bemessung der Magnetflußdichte in den Spalten
- 10 5a und 5b und durch Anwendung eines entsprechenden sehr harten Werkstoffes als Abstandshalter in den Spalten 5a und 5b ist die Geräuschentwicklung einer so aufgebauten Drosselspule niedriger als die Geräuschentwicklung einer Drosselspule ohne Eisenkernschenkel. Da der Wirbelstrom-
- 15 verlust entsprechend dem Randfeld in den Eisenpaketen 4 klein ist, kann die Magnetflußdichte insgesamt in dem Drosseleisenkern hoch sein. Weil die ringförmigen Eisenkernjoch 1a und 1b einen geschlossenen Magnetflußkreis bilden, hat die Drossel einen geringeren Magnetfluß in
- 20 ihren Jochen als eine Dreiphasendrosselspule mit drei in einer Reihe hintereinander angeordneten Eisenkernschenkeln. Die Stärke der Eisenkernjoch kann dadurch vergleichsweise klein sein, so daß die Drosselspule insgesamt ein verhältnismäßig geringes Gewicht aufweist. Eine
- 25 entsprechend aufgebaute Dreiphasenleistungs-drosselspule weist daher in vorteilhafter Weise niedrige Verluste, niedrige Geräuschentwicklung und nur geringes Gewicht auf.

- Versuche an derartigen Drosselspulen haben jedoch bei
- 30 Messungen des Magnetflusses in den ringförmigen Eisenkernjochen gezeigt, daß dem mit Netzfrequenz schwingenden Magnetfluß ein mit der dreifachen Netzfrequenz schwingender Magnetfluß überlagert ist, der bis zu 30 % des Gesamtmagnetflusses ausmachen kann. Durch diesen zusätz-
- 35 lichen mit der dreifachen Netzfrequenz schwingenden

Magnetfluß wird die Drosselspule insofern nachteilig beeinflusst, als die Verluste ebenso wie die Schwingungen und die vom Eisenkern ausgehende Geräuschabstrahlung ansteigen.

5

Da Eisenkerne im allgemeinen magnetisch sättigbar sind, ist ein durch die Wicklungen 3a, 3b bzw. 3c fließender Erregerstrom nicht proportional zu dem im Eisenkern erzeugten Magnetfluß. Durch eine derartige Unproportionalität werden dem Erregerstrom bzw. dem Magnetfluß
10 Schwingungen mit einem ungeradzahligen Vielfachen der Netzfrequenz, insbesondere mit der dreifachen Netzfrequenz überlagert, so daß die Wellenform der Strom- bzw. Magnetflußschwingungen verzerrt ist. Ob der Erregerstrom
15 oder der Magnetfluß in der Wellenform ihrer Schwingungen verzerrt sind, hängt von der Ausbildung der Eisenkerne bzw. von der Art der Verschaltung der Wicklungen ab.

Soweit der Eisenkernaufbau betroffen ist, wird der Magnetfluß verzerrt, sobald der Magnetfluß einen geschlossenen Kreis aufweist, in dem der die dreifache Netzfrequenz aufweisende Magnetfluß kreisen kann. Der Erregerstrom ist in seiner Wellenform verzerrt, sobald der Magnetkreis keinen geschlossenen Kreis für den mit der
25 dreifachen Netzfrequenz schwingenden Magnetfluß aufweist. Der Eisenkernaufbau gemäß Fig. 1 weist keinen geschlossenen Kreis für den Hauptmagnetfluß auf, wie dies bei einer Dreiphasendrosselspule mit Fünfschenkelkernen der Fall ist, so daß der Magnetfluß in den Eisenkernschenkeln nicht verzerrt ist. Da jedoch die ringförmigen Eisenkernjoche selbständige obere und untere geschlossene Magnetflußkreise bilden, enthält daß der Magnetfluß im
30 oberen und im unteren Eisenkernjoch 1a bzw. 1b Schwingungen mit der dreifachen Netzfrequenz und ist dadurch verzerrt. Obgleich die vorgenannte Erscheinung die Wider-
35

standseigenschaften der Hauptwicklungen nicht berührt, steigen dadurch doch die Verluste sowie die Schwingungen und die Geräuscentwicklung im Eisenkern, die wesentlich für eine Verschlechterung der Eigenschaften einer Dreiphasendrosselspule der eingangs genannten Art verantwortlich sind.

Im Hinblick hierauf liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Dreiphasendrosselspule der eingangs genannten Art zu schaffen, in der ein Magnetfluß mit der dreifachen Netzfrequenz in ringförmigen Eisenkernjochen verhindert ist und die dadurch niedrige Verluste und eine verringerte Geräuscentwicklung aufweist. Insgesamt soll die Dreiphasendrosselspule in ihrem Verhalten gegen Verzerrungen des Magnetflusses in den ringförmigen Jochen verbessert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß jedes der ringförmigen Eisenkernjoch von drei Spulen mit einer vorbestimmten Anzahl von Windungen eines elektrisch isolierten Wickelleiters umfaßt ist, daß die Spulen auf dem Umfang der Eisenkernjoch annähernd mittig zwischen je zwei Kernschenkeln angeordnet sind und daß die jeweils von demselben Eisenkernjoch getragenen Spulen elektrisch im Dreieck geschaltet sind.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß jede Spule aus einem schmalen mit Papier umsponnenen Wickelleiterband spiralförmig um das zugehörige Eisenkernjoch gewickelt ist.

Durch das Auftreten eines Stromes mit der dreifachen Netzfrequenz in dem geschlossenen Stromkreis entsprechend einem in die Eisenkernjoch induzierten Magnet-

fluß wird der Magnetfluß mit der dreifachen Netzfrequenz in den Eisenkernjochen unterdrückt und werden dadurch sich ohne den von den Spulen gebildeten Stromkreis ausbildende Verzerrungen der Wellenform von Magnetfluß und induzierter Spannung unterdrückt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

- 10 Fig. 1 einen Schnitt durch eine Dreiphasendrosselspule entlang der Linie A-A von Fig. 2,
Fig. 2 einen Schnitt durch eine Dreiphasendrosselspule entlang der Linie B-B in Fig. 1,
Fig. 3 einen Schnitt durch eine Dreiphasendrosselspule
15 entlang der Linie A-A in Fig. 4 und
Fig. 4 einen Schnitt durch eine Dreiphasendrosselspule entlang der Linie B-B in Fig. 3.

Einander entsprechende Bauteile sind in allen Figuren
20 mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Der Aufbau der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Dreiphasendrosselspule entspricht hinsichtlich der Ausbildung und der Anordnung von Eisenkernschenkeln 2a, 2b, 2c
25 sowie von Eisenkernjochen 1a, 1b und von Wicklungen 3a, 3b, 3c genau dem Aufbau der in den Fig. 1 und 2 dargestellten bekannten Dreiphasendrosselspule.

Zusätzlich sind jedoch in der Anordnung gemäß den Fig. 3
30 und 4 auf dem oberen Eisenkernjoch 1a Spulen 11a, 12a und 13a sowie auf dem unteren Eisenkernjoch 1b Spulen 11b, 12b bzw. 13b vorgesehen. Jede der Spulen 11a bis 13b ist jeweils etwa in der Mitte zwischen den beiden jeweils benachbarten Eisenkernschenkeln 2a, 2b bzw. 2c
35 angeordnet und umfaßt dabei den Querschnitt des sie tragenden Eisenkernjoches 1a bzw. 1b. Jede der Spulen 11a

bis 13b besteht aus einer vorgeschriebenen Anzahl von Windungen eines elektrisch isolierten Wickelleiters.

Als Wickelleiter dient dabei ein dünnes Band, das durch eine Papierumspinnung elektrisch isoliert ist und durch
5 spiralisches Aufwickeln auf den Querschnitt eines der Eisenkernjochs 1a oder 1b je eine der Spulen 11a bis 13b bildet. Verbindungsbrücken 14, 15 bzw. 16 verbinden jeweils den Eingang bzw. das Ende einer Spule 11a bis 13b mit dem Ende bzw. dem Anfang der jeweils benachbarten
10 der Spulen 11a bis 13b, so daß die jeweils auf demselben Eisenkernjoch 1a bzw. 1b vorgesehenen Spulen elektrisch in einer Dreiecksschaltung zusammengefaßt sind.

Angenommen, die Hauptwicklungen 3a, 3b und 3c sind elektrisch im Stern oder im Dreieck zusammengeschaltet und
15 liegen an einem Dreiphasenwechselstrom mit sinusförmigem Spannungsverlauf, so wird in die Eisenkernschenkel 2a, 2b und 2c ein um 120° phasenverschobenes Magnetfeld mit sinusförmigem Verlauf induziert. Der induzierte Magnetfluß fließt durch das obere Eisenkernjoch 1a und das
20 untere Eisenkernjoch 1b jeweils in die beiden anderen Eisenkernschenkel und induziert in die Spulen 11a bis 13b eine Spannung. Da die vektorielle Summe dieser Spannungen stets Null ist, fließt kein Strom in den jeweils
25 in einer Dreiecksschaltung zusammenhängenden Spulen 11a, 12a und 13a bzw. 11b, 12b und 13b.

Im oberen Eisenkernjoch 1a und im unteren Eisenkernjoch 1b ist jeweils ein Magnetfluß mit der dreifachen Netzfrequenz erzeugt. Dieser zusätzliche Magnetfluß kreist
30 in den ringförmig geschlossenen Eisenkernjochen 1a bzw. 1b. Dadurch induziert dieser zusätzliche Magnetfluß einen Strom mit der dreifachen Netzfrequenz in den jeweils im Dreieck zusammengeschalteten Spulen 11a, 12a und 13a
35 bzw. 11b, 12b und 13b. Durch diesen praktisch im Kurzschluß fließenden zusätzlichen Strom wird ein Magnetfluß

in jedem der Eisenkernjoche 1a bzw. 1b in entgegengesetzter Richtung erzeugt. Durch entsprechende Auslegung der Anzahl der Windungen in den Spulen 11a bis 13b und die dadurch bestimmte Größe des Stroms wird
5 der so induzierte Magnetfluß gleich dem vorhergehenden Magnetfluß mit der dreifachen Netzfrequenz. Dadurch wird der mit der dreifachen Netzfrequenz in jedem der ringförmigen Eisenkernjoche 1a bzw. 1b kreisende Magnetfluß ausgeschaltet.

10

Wie in Versuchen bestätigt wurde, wird der bei bisher üblichen Dreiphasendrosselspuln mit der dreifachen Netzfrequenz auftretende Magnetfluß durch die erfindungsgemäße Anordnung der Spulen 11a bis 13b nahezu vollständig
15 unterdrückt.

Die Zahl der Windungen in jeder der Spulen 11a bis 13b schwankt in Abhängigkeit von der Größe des mit dreifacher Netzfrequenz in den Eisenkernjochen 1a bzw. 1b erzeugten Magnetflusses und mit dem Widerstand des geschlossenen Kreises. Da der Widerstand des geschlossenen Kreises im allgemeinen sehr klein ist, haben die Spulen 11a bis 13b nur eine bis zu einigen Windungen. Entsprechend ist die induzierte Spannung sehr niedrig
20 und die erforderliche Isolierung zwischen den Eisenkernjochen 1a bzw. 1b und den Spulen 11a bis 13b kann entsprechend einfach ausgeführt sein. Erreicht das Potential der Spulen 11a bis 13b trotzdem eine problematische Größe, so ist es zweckmäßig, den geschlossenen Kreis an einer beliebigen Stelle zu erden, um das
25 Auftreten von unzulässig hohen Spannungen zu vermeiden.

2 Patentansprüche

4 Figuren

35

Patentansprüche

1. Dreiphasendrosselspule mit je einem ringförmigen
5 oberen und unteren aus magnetischem Stahlband gewick-
elten Eisenkernjoch (1a bzw. 1b) und mit drei Eisen-
kernschenkeln (2a, 2b, 2c) zwischen dem oberen und
dem unteren Joch (1a bzw. 1b), wobei jeder von ei-
ner Wicklung (3a, 3b bzw. 3c) umgebene Eisenkern-
10 schenkel (2a, 2b, 2c) aus einem Stapel von abwech-
selnd aufeinanderliegenden Zwischenlagen (5a) und
Eisenpaketen (4) aufgebaut ist und wobei die drei
Eisenkernschenkel (2a, 2b, 2c) mit ihrer Achse senk-
recht auf den Eckpunkten eines gleichseitigen Drei-
15 ecks stehen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß jedes der ringförmigen Eisenkernjoch (1a, 1b)
von drei Spulen (11a, 12a, 13a bzw. 11b, 12b bzw. 13b)
mit einer vorbestimmten Anzahl von Windungen eines
20 elektrisch isolierten Wickelleiters umfaßt ist,
- daß die Spulen (11a, 12a, 13a, bzw. 11b, 12b 13b) auf
dem Umfang der Eisenkernjoch (1a, 1b) annähernd mit-
tig zwischen je zwei Kernschenkeln (2a, 2b, 2c) ange-
ordnet sind und
25 - daß die jeweils von demselben Eisenkernjoch (1a bzw. 1b)
getragenen Spulen (11a, 12a, 13a bzw. 11b, 12b 13b)
elektrisch im Dreieck geschaltet sind.

2. Dreiphasendrossel nach Anspruch 1, d a d u r c h
30 g e k e n n z e i c h n e t , daß jede Spule (11a,
12a, 13a bzw. 11b, 12b, 13b) aus einem schmalen mit
Papier umspinnenen Wickelleiterband spiralig um das
zugehörige Eisenkernjoch (1a, 1b) gewickelt ist.

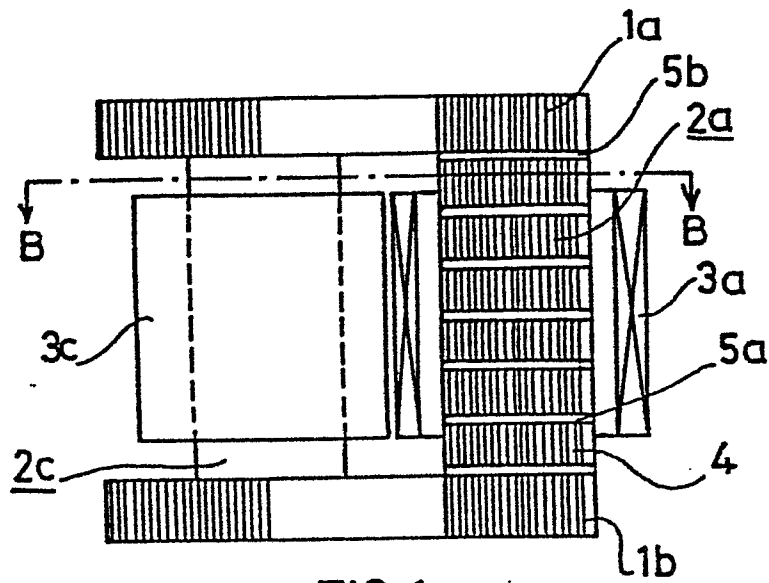


FIG 1

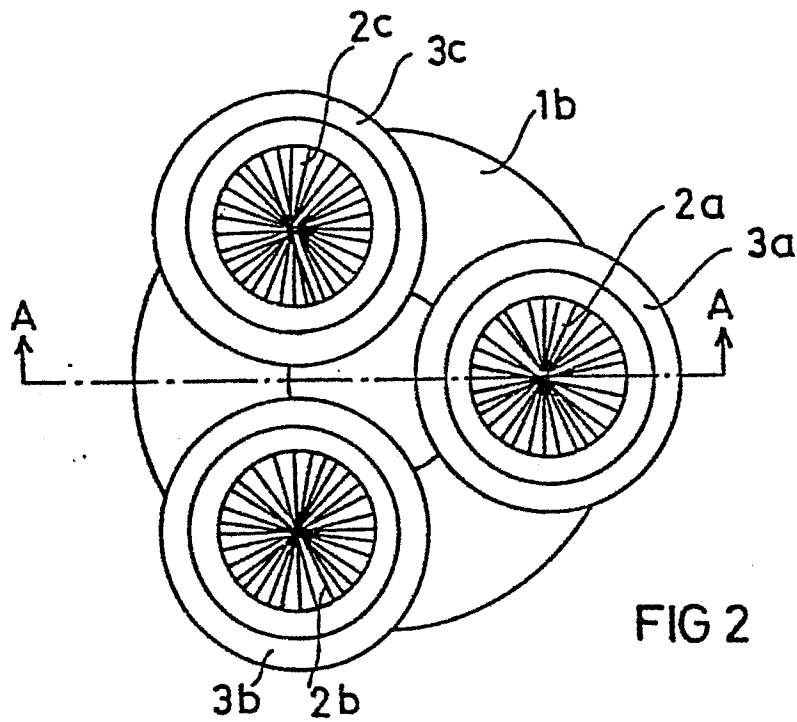
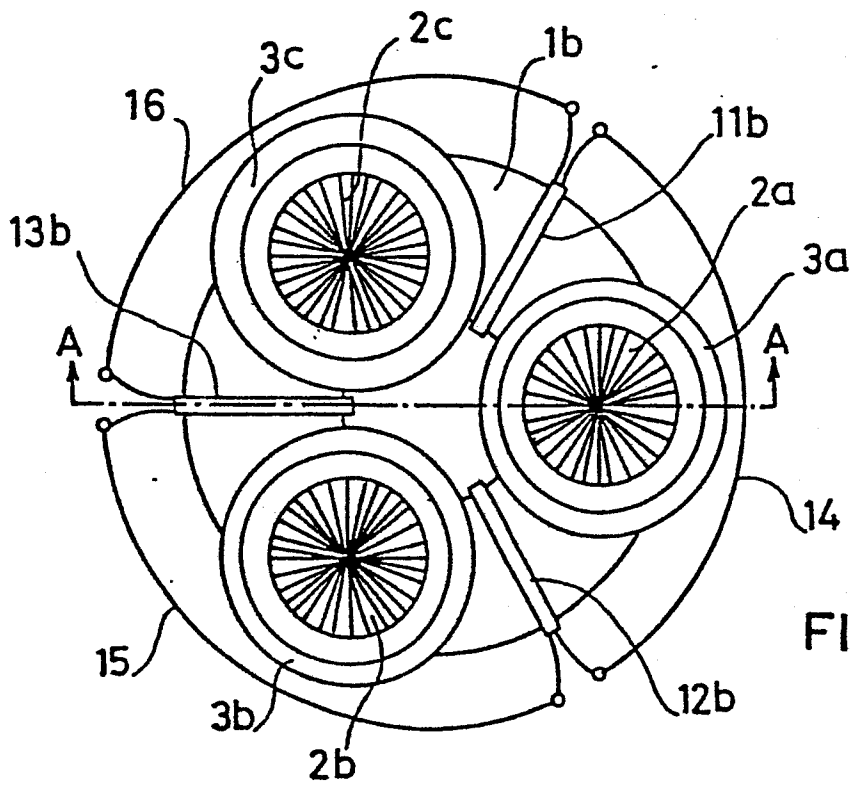
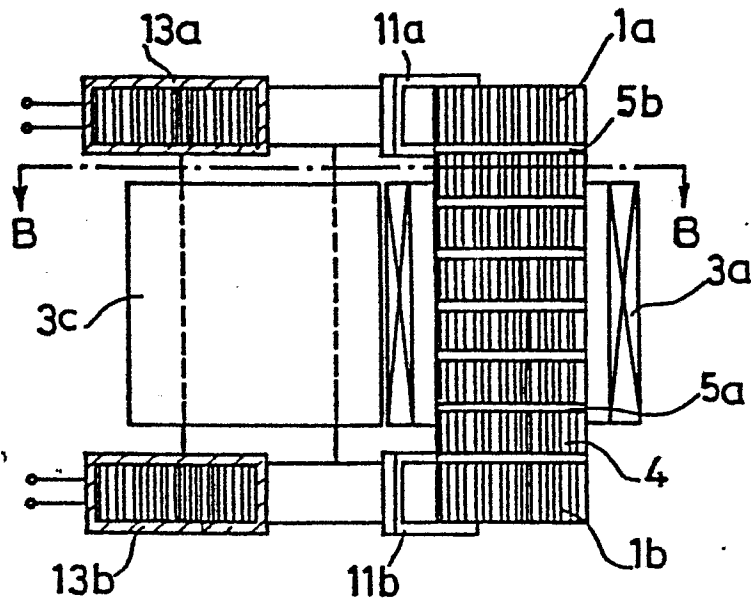


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0129118

Nummer der Anmeldung

EP 84 10 6211

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
Y	DE-C- 757 164 (A.E.G.) * Seite 1, Zeilen 25-32 *	1	H 01 F 27/38
Y	--- LEHRGANG ELEKTROTECHNIK VON UNIVERSITÄT GENT, 1966, Seiten 38,39; "Kompensation der Harmonischen im Magnetisierungsstrom" * Seite 39, Zeilen 7-9; Seite VIII der Figuren : Figur 51 *	1	
Y	--- DE-A-1 926 007 (B.B.C.) * Seite 10, letzter Absatz; Figur 3 *	1	
A	--- DE-C- 957 499 (A.E.G.)		
A	--- FR-A-1 355 268 (WESTINGHOUSE) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7)
			H 01 F 27/00
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19-09-1984	Prüfer VANHULLE R.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			