

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **84101188.5**

51 Int. Cl.³: **H 01 F 27/24, H 01 F 27/26,
H 01 F 27/38**

22 Anmeldetag: **06.02.84**

30 Priorität: **18.02.83 DE 3305708**

71 Anmelder: **TRANSFORMATOREN UNION
AKTIENGESELLSCHAFT, Deckerstrasse 1,
D-7000 Stuttgart 50 (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **05.09.84**
Patentblatt 84/36

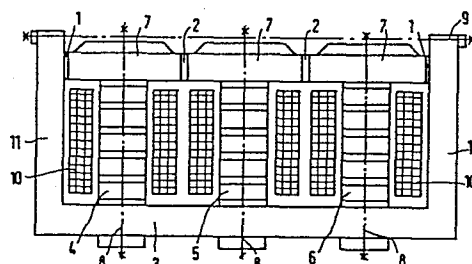
72 Erfinder: **Brandes, Donald, Dr., Teckweg 13,
D-7024 Filderstadt (DE)**

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

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

54 **Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern.**

57 Mit Wicklungen (10) versehene Kernschenkel (4, 5, 6) sind bei derartigen Drosselspulen üblicherweise aus mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte einschließenden Blechpaketen aufgebaut, wobei der Querschnitt der bewickelten Kernschenkel (4, 5, 6) größer ist als die Querschnitte der Joche (3, 7) und der Rückschlußschenkel (11). Erfindungsgemäss ist der Fünfschenkelkern so gestaltet, daß der magnetische Widerstand (R2 plus R3) zwischen dem mittleren Kernschenkel (5) und jedem der äußeren der bewickelten Kernschenkel (4, 6) größer ist als der magnetische Widerstand (R1) in jedem der beiden magnetischen Rückschlüsse über die Jochenden und die Rückschlußschenkel (11). Die Größe dieser magnetischen Widerstände (R1, R2, R3) ist im wesentlichen durch die Stärke von mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte (1, 2) mindestens im oberen Joch sowie zwischen den Jochenden und den Rückschlußschenkeln (11) bestimmt. Durch die erfindungsgemäße Verteilung der magnetischen Widerstände lassen sich Drehstromdrosselspulen mit Fünfschenkelkernen hinsichtlich der Verteilung des Magnetflusses sehr gut optimieren, so daß sie als physikalisch gleichwertiger Ersatz für Einphasendrosselspulen einsetzbar sind.



TRANSFORMATOREN UNION AG
Stuttgart

Unser Zeichen
VPA 83 P 6501 E

5 Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern

Die Erfindung betrifft eine Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern, dessen drei bewickelte Kernschenkel aus mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte einschließenden Blechpaketen aufgebaut sind und mit gegenüber dem Querschnitt der bewickelten Kernschenkel reduzierten Querschnitten in den Jochen und den Rückschlußschenkeln.

- 15 In Elektrizitätsversorgungsnetzen werden zur Kompensation kapazitiver Blindleistungen Drosselspulen benutzt. Für hohe Spannungen und für große Blindleistungen werden häufig Einphasendrosselspulen eingesetzt. Eine wirtschaftlichere Lösung wäre jedoch vielfach durch Verwendung von Drehstromdrosselspulen möglich, weil diese ein geringeres Investment sowohl in den Kosten für die Drosselspule selbst, als auch für deren Aufstellung in einer Anlage erfordern.
- 25 Ist dabei eine so geringe Nullimpedanz erforderlich, wie sie bei Einphasendrosselspulen vorliegt, so ist der Einsatz einer Drehstromdrosselspule als eine Baueinheit mit Fünfschenkelkern zweckmäßig. Ähnlich wie bei Großtransformatoren mit Fünfschenkelkernen sind hierbei drei
- 30 Kernschenkel bewickelt und die unbewickelten Außenschenkel dienen als magnetische Rückschlüsse. Dadurch sind bei unsymmetrischen Spannungsverhältnissen die Induktivitäten der Drosselspule voll gewährleistet.
- 35 Durch die DE-OS 27 28 904 ist ein Drehstromtransformator mit infolge hohem Streuflußanteil drosselähnlichem Verhalten bekannt. Bei diesem Transformator sind in üblicher

- 2 - VPA 83 P 6501 E

Weise drei Kernschenkel bewickelt, deren Enden durch Joche zur Führung des Magnetflusses miteinander verbunden sind. Durch das Kapitel I Nr. 7 "Der Fünfschenkelkern für Drehstrom" in dem Buch "Die Transformatoren" von
5 Rudolf Küchler ist darüber hinaus die allgemeine Verwendbarkeit von Fünfschenkelkernen bekannt, in denen sich die Querschnittsflächen der Kernschenkel zu denen der Joche und Rückschlußschenkel wie 1,73 zu 1 verhalten. Die bewickelten Kernschenkel sind dabei für Drosseln gemäß der DE-OS 30 40 742 oder der DE-OS 30 40 724 aus
10 Blechpaketen aufgebaut, die mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte einschließen.

Bei diesen Verhältnissen mit durchgehenden Jochen sind
15 bei einer Drosselspule mit Fünfschenkelkern die Belastungen in den Jochabschnitten zwischen den bewickelten Schenkeln einerseits und andererseits in den Rückschlußschenkeln sehr unterschiedlich. Die Jochabschnitte stellen reine Eisenwege dar und haben damit einen sehr kleinen magnetischen Widerstand. Selbst wenn die Rückschlußschenkel mit den Jochblechen gut verschachtelt sind,
20 kommt es in der Verschachtelungsstelle örtlich zu einer Sättigung, so daß der Widerstand des Rückschlusses, verglichen mit dem der Jochabschnitte relativ groß ist. Dies führt im Ergebnis dazu, daß sich der Magnetfluß
25 über die Joche schließt und in diesen zu hohen Induktionen und somit auch zu hohen Verlusten führt. Noch ungünstiger sind diese Verhältnisse, wenn das obere Joch zur Pressung der Schenkel beweglich ausgeführt wird,
30 weil dann zwischen dem jeweiligen Rückschlußschenkel und dem oberen Jochbalken ein unmagnetischer Spalt besteht. Diese Einstellbarkeit ist darüber hinaus aus Geräuschgründen erwünscht.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, in einem Fünfschenkelkern mit optimierten Eisenquerschnitten für Dreiphasen-Drosselspulen und mit nicht magnetischen Spalten in Wicklungen tragenden Kernschenkeln in den einzelnen Jochabschnitten und in den Rückschlußschenkeln eine
5 vorher bestimmte Verteilung des Magnetflusses zu erzwingen.

Diese Aufgabe wird für eine Drehstromdrosselspule der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der magnetische
10 Widerstand zwischen dem mittleren Kernschenkel und jedem der äußeren der bewickelten Kernschenkel größer ist als der magnetische Widerstand in jedem der beiden magnetischen Rückschlüsse über die Jochenden und die Rückschluß-
15 schenkel und dadurch, daß diese magnetischen Widerstände im wesentlichen durch die Stärke von mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte mindestens im oberen Joch sowie zwischen dessen Enden und den Rückschlußschenkeln bestimmt sind.

20 Nach zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung ist vorgesehen, daß der magnetische Widerstand zwischen dem mittleren Kernschenkel und jedem der äußeren der bewickelten Kernschenkel doppelt so groß ist wie der
25 magnetische Widerstand in jedem der beiden magnetischen Rückschlüsse, so daß in den Jochen und den Rückschlußschenkeln dem Betrage nach gleich große Magnetflüsse auftreten.

30 Dabei ist in vorteilhafter Weise mindestens das obere Joch in drei gleich große Abschnitte unterteilt, von denen jeder je einem Kernschenkel zugeordnet und von einer zugehörigen Preßeinrichtung gehalten ist, wobei die Preßeinrichtungen der einzelnen Kernschenkel unab-
35 hängig voneinander arbeiten.

Nach weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung ist in jeder der Preßeinrichtungen zur Aufnahme schenkelparalleler Zugkräfte eine zentrisch im Kernschenkel angeordnete Zugstange vorgesehen. Eine gemeinsame Preßkonstruktion der drei Jochteile erhält im Bereich der Jochspalte Einsätze aus unmagnetischem Material, z.B. aus Chromnickelstahl, um hier eine bevorzugte Flußführung und im Gefolge damit hohe Wirbelstromverluste zu vermeiden. Außerdem sind in zweckmäßiger Weise die Rückschlußschenkel mit den Jochen zusätzlich verspannt.

Erfindungsgemäß ausgeführte Drehstromdrosselspulen sind sehr vorteilhaft, weil die Flußverteilung des Magnetflusses durch die vorgesehenen zusätzlichen mit unmagnetischem Werkstoff gefüllten Spalte optimal einstellbar ist, und weil außerdem jeder der Kernschenkel mit der oder den zugehörigen Wicklungen je für sich optimal verspannbar ist. Dabei beeinflussen die zusätzlichen Spalte die Induktivität der Drehstromdrosselspule nur verhältnismäßig wenig, weil sie insgesamt viel kleiner sind als die Summe der Spalte innerhalb der bewickelten Kernschenkel zwischen den die letzteren bildenden Blechpaketen. Die an den einzelnen Kernschenkeln weitgehend unabhängig voneinander einstellbare axiale Verspannung ist insbesondere vorteilhaft im Hinblick auf geräuscharme Ausführungen von Drosselspulen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in einem Ersatzschaltbild die Verteilung der magnetischen Widerstände.

Fig. 2 stellt einen Längsschnitt durch eine Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern dar.

Der schematisierten Darstellungsform gemäß Figur 1 sind die Wirkverbindungen der verschiedenen magnetischen Widerstände einer Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern zu entnehmen. Darin sind die magnetischen Widerstände R4, R5 und R6 von bewickelten Kernschenkeln 4, 5 und 6 gleich groß. Zwischen den Enden des Kernschenkels 5 und den Enden der Kernschenkel 4 und 6 liegen die von Teilen eines unteren Joches gebildeten magnetischen Widerstände R3 und die von Teilen eines oberen Joches gebildeten magnetischen Widerstände R2. Die Rückschlußschenkel des Fünfschenkelkerns bilden hierbei magnetische Widerstände R1. Die magnetischen Widerstände R1, R2 und R3 sind erheblich kleiner als die magnetischen Widerstände R4, R5 und R6.

Durch diese Anordnung liegen mindestens je ein magnetischer Widerstand R2 und R3 in Reihe miteinander in einem der möglichen geschlossenen Magnetflußkreise mit den magnetischen Widerständen R4, R5 bzw. R6. Dagegen liegt je einer der magnetischen Widerstände R1 für sich allein in Reihe mit dem magnetischen Widerstand R4 bzw. R6.

Fig. 2 zeigt in einem U-förmigen Rahmen aus einem unteren Joch 3 und aus Rückschlußschenkeln 11 aufgebaute Kernschenkel 4, 5 und 6, von denen jeder eine Wicklung 10 trägt. Die Kernschenkel 4, 5 und 6 sind in üblicher Weise aus Blechpaketen aufgebaut, zwischen denen zur Bestimmung des von ihnen dargestellten magnetischen Widerstandes R4, R5 bzw. R6 mit nicht magnetischem Werkstoff angefüllte Spalte vorgesehen sind.

Über jedem der Kernschenkel 4, 5 und 6 liegt je einer von drei Jochabschnitten 7, die gemeinsam ein oberes Joch bilden. Zwischen den Jochabschnitten 7 vorgesehene Spalte² sind doppelt so groß wie entsprechende Spalte 1

zwischen den oberen Enden der Rückschenkel 11 und den diesen benachbarten Jochabschnitten 7. In den Spalten 1 und 2 liegen Beilagen aus nicht magnetischem Werkstoff.

- 5 Der mechanische Zusammenhalt dieser Anordnung wird in üblicher Weise durch im einzelnen nicht dargestellte Preßeinrichtungen 8 für die Wicklungen 10 und die Kernschenkel 4, 5 und 6 sowie durch eine zusätzliche im wesentlichen in Längsrichtung des oberen Joches wirkende
10 Preßeinrichtung 9 gewährleistet. Die Preßeinrichtung 9 hält gleichzeitig die Beilagen in den Spalten 1 und 2.

- Durch die Anordnung und Gestaltung der Spalte 1 und 2 wird ein von den Wicklungen 10 durch die Kernschenkel 4,
15 5 und 6 getriebener magnetischer Fluß in gewünschter Weise so auf die Jochabschnitte 7, die Rückschlußschenkel 11 und das untere Joch 3 verteilt, daß Übersättigungen in den einzelnen den Magnetfluß führenden Eisenteilen ausgeschlossen sind und wobei außerdem durch die er-
20 zwungene Flußaufteilung ein Optimum für die im Eisen auftretenden Verluste erreicht ist.

2 Figuren
5 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Drehstromdrosselspule mit Fünfschenkelkern, dessen drei bewickelte Kernschenkel aus mit nicht magnetischem
5 Werkstoff gefüllte Spalte einschließenden Blechpaketen aufgebaut sind und mit gegenüber dem Querschnitt der bewickelten Kernschenkel reduzierten Querschnitten in den Jochen und den Rückschlußschenkeln, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t ,
10 - daß der magnetische Widerstand (R_2 plus R_3) zwischen dem mittleren Kernschenkel (5) und jedem der äußeren der bewickelten Kernschenkel (4, 6) größer ist als der magnetische Widerstand (R_1) in jedem der beiden magnetischen Rückschlüsse über die Jochenden und die
15 Rückschlußschenkel (11) und
- daß diese magnetischen Widerstände (R_1 , R_2 , R_3) im wesentlichen durch die Stärke von mit nicht magnetischem Werkstoff gefüllte Spalte (1, 2) mindestens im
oberen Joch sowie zwischen Jochenden und Rückschluß-
20 schenkeln (11) bestimmt sind.
2. Drehstromdrosselspule nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der magnetische Wider-
stand (R_2 plus R_3) zwischen dem mittleren Kernschenkel (5)
25 und jedem der äußeren der bewickelten Kernschenkel (4, 6) doppelt so groß ist wie der magnetische Widerstand (R_1) in jedem der beiden magnetischen Rückschlüsse, so daß in den Jochen (3, 7) und den Rückschlußschenkeln (11) dem Betrage nach gleich große Magnetflüsse auftreten.
- 30
3. Drehstromdrosselspule nach Anspruch 1 und 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens das obere Joch in drei gleich große Jochabschnitte (7) unterteilt ist, von denen jeder je einem Kernschenkel
35 (4, 5, 6) zugeordnet und von einer zugehörigen axialen Preßeinrichtung (8) gehalten ist, wobei die Preßeinrich-

- 8 - VPA 83 P 6501 E

tungen (8) der einzelnen Kernschenkel (4, 5, 6) unabhängig voneinander arbeiten.

4. Drehstromdrosselspule nach Anspruch 1 bis 3, d a -
5 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in jeder der Preßeinrichtungen (8) zur Aufnahme schenkelparalleler Zugkräfte eine zentrisch im Kernschenkel (4, 5, 6) angeordnete Zugstange vorgesehen ist.
- 10 5. Drehstromdrosselspule nach Anspruch 1 bis 4, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Rückschlußschenkel (11) mit den Jochteilen (7) zusätzlich verspannt sind.

FIG 1

FIG 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0117460
Nummer der Anmeldung

EP 84 10 1188

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)														
Y	DE-C- 414 919 (A.E.G.) * Seite 2, Zeilen 5-44 *	1	H 01 F 27/24 H 01 F 27/26 H 01 F 27/38														
Y	--- DE-A-1 812 296 (BBC) * Seite 3, Absatz 1 *	1															
A		3,4															
A	--- DE-A-2 743 148 (E. BLUM) * Seite 4, Absatz 3; Seiten 5,6; Seite 7, Absätze 1,2 *	1,3,5															
A	--- CH-A- 278 734 (OERLIKON) * Seite 1, Zeilen 43-59 *	1,3															
A	--- DE-A-2 848 388 (E. BLUM)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)														
A	--- DE-C- 820 767 (B.B.C.) -----		H 01 F 27/00														
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22-05-1984	Prüfer VANHULLE R.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	