

(19)



(11)

EP 0 763 833 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
05.12.2012 Patentblatt 2012/49

(51) Int Cl.:
H01F 27/38 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
12.12.2001 Patentblatt 2001/50

(21) Anmeldenummer: **96114387.2**

(22) Anmeldetag: **09.09.1996**

(54) **Fahrzeug-Transformator**

Transformer for an electrically driven vehicle

Transformateur pour un véhicule à propulsion électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT

(30) Priorität: **14.09.1995 DE 19533988**
14.02.1996 DE 19605423

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.1997 Patentblatt 1997/12

(73) Patentinhaber: **Bombardier Transportation GmbH**
10785 Berlin (DE)

(72) Erfinder: **Runge, Wolfgang, Dr.**
69198 Schriesheim (DE)

(74) Vertreter: **Bugnion Genève**
Bugnion S.A.
Case Postale 375
1211 Genève 12 (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 149 169 EP-A1- 0 257 291
SU-A1- 1 488 918 US-A- 1 809 895
US-A- 3 710 284

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 012, no. 371
(M-748), 5. Oktober 1988 & JP 63 121402 A
(HITACHI LTD), 25. Mai 1988,

EP 0 763 833 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Fahrzeug-Transformator für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug.

[0002] Elektrische Lokomotiven und Triebwagen für Wechselstrombahnen haben üblicherweise eingangsseitig einen Transformator. Moderne Fahrzeuge weisen Stromrichter zur Antriebssteuerung auf, die an die Sekundärseite des Transformators angeschlossen sind. Fahrzeuge mit Drehstromantriebstechnik haben üblicherweise auch auf der Netzseite getaktete Stromrichter (Vierquadrantensteller = 4QS), mit denen sich ein nahezu sinusförmiger Netzstromverlauf erzielen läßt. Jedoch ergeben sich aus der Taktfrequenz der netzseitigen Stromrichter unerwünschte höhere Harmonische im Netzstrom des Fahrzeuges, deren Frequenz bis in den Tonfrequenzbereich reicht. Sie müssen im Hinblick auf mögliche nachteilige Beeinflussungen von Signalanlagen der Bahnen und von Fernsprechkabeln begrenzt werden.

[0003] Um die Netzstrom-Harmonischen im Tonfrequenzbereich abzuschwächen, wurde bisher dem Fahrzeug-Transformator auf der Primärseite ein Störstromfilter vorgeschaltet, wie z.B. aus der BBC-Druckschrift DVK 1357 85D, "Drehstromantriebstechnik: Entwicklung und Bewährung neuer elektrischer Komponenten am Beispiel der Lokomotiven der Baureihe (BR) 120 der DB" oder aus der AEG/ABB/Siemens-Druckschrift VT 62.89/26 "Triebköpfe der Baureihe 401 des Hochgeschwindigkeitszuges ICE für die Deutsche Bundesbahn (siehe Seite 2, Bild 2) bekannt und in Fig. 8 dargestellt ist. Darin ist die Wirkung der taktenden Vierquadrantensteller in einer resultierenden, auf die Primärseite umgerechneten Stellerspannung U_{st}' zusammengefaßt (U_0 = Netzspannung, U_1 = Eingangsspannung). Ohne weitere Filterelemente werden die Harmonischen im Netzstrom im wesentlichen nur durch die Kurzschlußinduktivität L_T zwischen Ober- und Unterspannungsseite (OS und US) des Transformators bestimmt. Dabei sei die Netzimpedanz Z_0 klein gegen L_T . Um sie abzuschwächen, wird dem Transformator der Filterquerzweig, bestehend aus Filterkondensator (Filterkapazität) CF^* , Filterwiderstand (Dämpfungswiderstand) RF^* , vorgeschaltet. Bei kleiner Netzimpedanz Z_0 kann eine Filterwirkung nur erzielt werden, wenn zusätzlich noch eine Filterdrossel (Filterinduktivität) LF^* in den Längsweig geschaltet wird. Da sie vom vollen Eingangsstrom I_1 (Netzstrom) durchflossen wird, läßt sich mit vertretbarem Aufwand nur eine Induktivität LF^* realisieren, die wesentlich kleiner ist als L_T . Abschwächend wirkt das Filter nur für Frequenzen, die hinreichend oberhalb der durch LF^* und CF^* bestimmten Filtereigenfrequenz liegen. Daraus folgt eine Mindestgröße für CF^* . Der Filterwiderstand RF^* ist notwendig, um die Neigung des Filters zu Resonanzen zu begrenzen. Nachteilhaft an diesem bekannten Filterkonzept sind folgende Gesichtspunkte:

- Alle Filterelemente sind auf der Primärseite des Transformators und müssen also hochspannungsmäßig ausgelegt und gestaltet werden. Dies ist besonders aufwendig für die vom Hauptstrom durchflossene Filterdrossel.
- Die kleine realisierbare Filterinduktivität LF^* zieht eine entsprechend große Filterkapazität CF^* nach sich, um die gewünschte Eigenfrequenz zu erreichen. Sie bedingt entsprechend große Verluste im Dämpfungswiderstand RF^* schon allein durch den Grundschrwingungs-Ladestrom.
- Das Filter erniedrigt die Eingangsimpedanz des Fahrzeuges und kann beim Vorhandensein von Harmonischen in der Netzspannung den Störstrom sogar erhöhen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fahrzeug-Transformator für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug mit Störstromfilter anzugeben, mit dem der Aufwand zur Störstromfilterung reduziert wird.

[0005] Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0006] In diesem Zusammenhang ist es aus der EP-A-0 149 169 im Zusammenhang mit einem Stromrichtertransformator bekannt, bei einem 3Wicklungstransformator zwischen einer Primärwicklung als Außenwicklung und einer Sekundärwicklung eine Ausgleichswicklung vorzusehen, um eine bessere Filterwirkung für störende Oberschwingungsströme insbesondere bei einer Hochspannung-Gleichstrom-Übertragungsanlage zu erreichen. Die Primärwicklung ist zum Anschluß an ein Wechselstromnetz bestimmt, die Sekundärwicklung zum Anschluß an einen Stromrichter und die Ausgleichswicklung zum Anschluß an einen Filterkreis zum Aussieben unerwünschter Oberschwingungsströme. In Reihe mit der Ausgleichswicklung kann eine weitere Ausgleichswicklung als Innenwicklung vorgesehen sein. Bei einem 4Wicklungstransformator sind zwei Wicklungsanordnungen mit zwei parallelgeschalteten Primärwicklungen als Außenwicklungen, mit je einer getrennten Sekundärwicklung und je einer Ausgleichswicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung vorgesehen, wobei die beiden Ausgleichwicklungen in Reihe geschaltet sind.

[0007] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile liegen insbesondere darin, daß die große im Fahrzeug-Transformator realisierte Induktivität für die Störstromfilterung benutzt wird. Entsprechend kleiner kann die zur Erzielung der gewünschten Eigenfrequenz notwendige Filterkapazität gewählt werden. Hierdurch werden die Verluste herabgesetzt. Die Bauelemente des Störstromfilters müssen nicht mehr für Hochspannung ausgelegt werden. Insgesamt ergeben sich beträchtliche Vorteile aufgrund der zu erzielenden Raumbedarfreaktion, der Gewichtsreaktion und der Kostenreaktion.

[0008] Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschrei-

bung.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0010] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Ersatzschaltbild für einen Transformator mit Filter an einer eigenen Filterwicklung,
- Fig. 2a, b, c Filterschaltungen zur Figur 1,
- Fig. 3 die Benutzung einer Lage der Oberspannungswicklung für den Filteranschluß (Sparschaltung),
- Fig. 4 ein Schema eines Transformators mit Filteranschlüssen in Sparschaltung ("Zweiwickler"),
- Fig. 5 einen Filteranschluß über Saugdrosseln an einen Transformator ("Vierwickler") in Sparschaltung,
- Fig. 6a, b, c eine Integration von Saugdrossel und Filterdrossel,
- Fig. 7a, b ein Einfachfilter für einen Transformator mit Filterwicklungssparschaltung,
- Fig. 8 ein Ersatzschaltbild für einen Transformator mit separatem Störstromfilter (= Stand der Technik),
- Fig. 9 eine Alternative zur Anordnung nach Fig. 6a ohne Saugdrossel.

[0011] In Fig. 1 ist ein Ersatzschaltbild für einen Transformator mit Filter an einer besonderen Filterwicklung dargestellt. Durch eine besondere Störstromfilterwicklung FiW zwischen Primär- und Sekundärwicklungen läßt sich die große im Transformator realisierte Induktivität für die Filterung nutzen. Die Spannung an dieser besonderen Filterwicklung kann so gewählt werden (vorzugsweise ≤ 1000 V), daß das Filter nicht mehr für Hochspannung ausgelegt werden muß. Im T-förmigen Ersatzschaltbild des Transformators ist die Transformator-Kurzschlußinduktivität LT von Fig. 8 jetzt durch die Induktivitäten $L1+L2$ ersetzt. Dabei sollte der Anteil $L1$ im Bereich von 30% bis 70% von LT liegen. Dann ist $L1$ ein Mehrfaches von der bisher realisierbaren zusätzlichen Filterinduktivität LF^* nach Fig. 8. Entsprechend kleiner kann die Filterkapazität bemessen werden und zusätzlich kann dennoch eine niedrigere Filtereigenfrequenz und damit eine weitergehende Abschwächung der Störströme erreicht werden. Die Eingangsimpedanz der Gesamtschaltung wird durch dieses Filter weniger erniedrigt.

[0012] Die dritte, dem Filterzweig zugeordnete Induktivität Lfi im Transformator-Ersatzschaltbild soll möglichst klein sein (Fi = Filterwicklungsanschluß). Dann hat das Ersatzschaltbild nach Fig. 1 dieselbe Struktur wie das nach Fig. 8. Je nach den im Transformator vorliegenden Kopplungsverhältnissen kann die Induktivität Lfi sogar schwach negativ ausfallen.

[0013] Mögliche Ausgestaltungen des Filters zeigen die Fig. 2a bis 2c. Das Ersatzschaltbild ist hierbei auf die Primärseite bezogen, alle hierin verwendeten Filterelemente sind in der Realität mit dem Quadrat des Übersetzungsverhältnisses zwischen Filterwicklung und Oberspannungswicklung zu denken.

[0014] Die Filterwirkung wird beschrieben durch das Übertragungsverhalten $TR(f)=|1(f)/USt'(f)|$, mit dem die Harmonischen in der OS-bezogenen Stellerspannung Ust' in Stromharmonische des Eingangsstromes $I1$ umgesetzt werden. Ohne Filter verläuft es als $TR(f)=1/(2\pi \cdot f \cdot LT)$, also mit $1/f$ (f = Frequenz).

[0015] Fig. 2a stellt das einfache CF-RF-Filter dar, mit Filterkondensator CF und Filterwiderstand RF . Wenn die Induktivität Lfi nahezu Null ist, bewirkt das Filter oberhalb seiner Eigenfrequenz einen Abfall $TR(f)$ mit $1/f^2$. Bei der Eigenfrequenz, in die für $ZO \ll L1$ die Parallelschaltung der Induktivitäten $L1$, $L2$ und der Filterkondensator CF eingehen, wird TR durch das Filter vergrößert, und zwar um so mehr, je weniger das Filter durch den Filterwiderstand RF bedämpft wird.

[0016] Fig. 2b zeigt eine weitere Ausgestaltung des Filters mit einer Filterdrossel LF , im Vergleich mit LF^* gemäß Fig. 8 jedoch im Querzweig und damit vorteilhaft für nur sehr geringe Strombelastung auszulegen. Die Filterdrossel LF kann benutzt werden, um

- a) bei einer Transformatorkonstruktion mit negativer Induktivität Lfi diese Induktivität zu kompensieren und so auf die mit Fig. 8 gleichwertige Struktur zu kommen (also $LF+Lfi=0$),
- b) dem Filter Saugkreisverhalten zu verleihen und damit bei der durch $LF+Lfi$ mit CF gegebenen Frequenz bereits eine besonders große Abschwächung zu erzielen. Diese Frequenz kann in den Bereich gelegt werden, in dem die Harmonischen besonders groß sind oder besonders stören. Erkauft wird dies damit, daß oberhalb dieser Frequenz die Abschwächung zwar auf einem niedrigeren Niveau als ohne Filter, aber nur noch mit $TR(f) \sim 1/f$ geht.

[0017] Eine Kombination der Saugkreiswirkung mit einer zu höheren Frequenzen stärkeren Abschwächung wird durch die Ausstattung des Filters mit einem Parallelwiderstand RP zu LF nach Fig. 2c erreicht.

[0018] Die auf der Netzseite erwünschte Wirkung der Filterwicklung und des Filters ist aus dem Ersatzschaltbild in Fig. 1 und 2a bis 2c vollständig ableitbar. Statt der einzelnen Stellerspannungen der n mit versetzter Taktung am gleichen Transformator arbeitenden Vierquadrantensteller ist hier nur der Mittelwert der n Spannungen als resultierende Stellerspannung USt' einzusetzen. Gegebenenfalls sind auch Unsymmetrien durch etwas unterschiedliche Bewertungen der Einzelspannungen in der Mittelwertbildung zu berücksichtigen. Die Anzahl n der Vierquadrantensteller und zugehörigen Transformatorwicklungen kann üblicherweise 2, 3, 4 oder 6 sein. Das Ersatzschaltbild zeigt jedoch nicht die Stromkreise

der n einzelnen Vierquadrantensteller und den Einfluß des Filters auf sie.

[0019] Die anzustrebende gute Entkopplung der n Wicklungen für die einzelnen Vierquadrantensteller erlaubt es zur Erleichterung des Verständnisses, sich ersatzweise n einzelne Transformatoren für die n Vierquadrantensteller zu denken, die jeder eine eigene Filterwicklung haben. Die n Filterwicklungen können nun parallel oder in Reihe geschaltet und mit dem gemeinsamen Filter verbunden werden. Wenn die Induktivität des Gesamttransformators LT ist und sich in L1 und L2 aufgliedert, so haben die n Einzeltransformatoren entsprechend $n \cdot LT = n \cdot L1 + n \cdot L2$. Es ist nun offensichtlich, daß bei Parallelschaltung der Filterwicklung alle n im Ersatzschaltbild den Vierquadrantenstellern zugewandten Induktivitäten $n \cdot L2$ in dem Filterknoten verbunden sind. Die n Vierquadrantensteller werden gleichmäßig versetzt getaktet, so daß sich ihre niedrigen Taktfrequenz-Harmonischen (unterhalb der n-fachen Frequenz eines Vierquadrantenstellers) zum Netz hin weitestgehend auslöschten. Jedoch in den einzelnen Vierquadrantenstellern selbst und den ihnen zugeordneten Transformatorenwicklungen bilden sich am ausgeprägtesten die niederen Stromharmonischen aus. Die sie begrenzende Induktivität ist in diesem Fall nur noch $n \cdot L2$ zwischen Vierquadrantensteller und Filterknoten, während sie ohne den Filterknoten $n \cdot LT$ ist. Das heißt, diese dominierenden Stromharmonischen werden durch den Filterknoten etwa doppelt so groß.

[0020] Diesen Nachteil vermeidet man mit der Reihenschaltung der Filterwicklungen. Dann wirkt das Filter nur auf die Harmonischen, die sich nicht sowieso schon gegenseitig auslöschen, sondern im Netz erscheinen. Für die sich auslöschenden Harmonischen ist die volle Induktivität $n \cdot LT$ wirksam wie ohne Filter. Damit führt das Filter kaum noch zu einer Vergrößerung des effektiven Oberschwingungsstromes in den Vierquadrantenstellern und Transformatorenwicklungen.

[0021] Die Filterwicklung beansprucht Platz im Wickelfenster und vergrößert damit den Transformator. Im Fall, daß die OS-Wicklung als Lagenwicklung ausgebildet ist, kann statt einer zusätzlichen Filterwicklung die der US-Wicklung gegenüberliegende, am Erdpotential anzuschließende erste Lage der OS-Wicklung als Filterwicklung mitbenutzt werden. Fig. 3 zeigt diese Benutzung einer Lage der Oberspannungswicklung für den Filteranschluß (Sparschaltung, Fi = Filterabgriff an Oberspannungswicklung = Filterwicklungsanschluß). Fig. 4 zeigt hierzu ein Schema eines Transformators mit Filteranschlüssen in Sparschaltung ("Zweiwickler", F1, F2 = Filterabgriffe an Oberspannungswicklung = Filterwicklungsanschlüsse).

[0022] Bei dieser Sparschaltung der Filterwicklungen, wie für $n=2$ in Fig. 4 skizziert, ist allerdings zunächst die vorstehend erwähnte Möglichkeit der Reihenschaltung verwehrt. Sie kann jedoch durch Zusammenschalten der Filterabgriffe F1, F2.... über Stromteilerdrosseln (= Saugdrosseln) SD ersetzt werden, weil damit weitestgehend

die Gleichheit der Ströme wie bei der Reihenschaltung erzwungen wird. Fig. 5 zeigt hierzu einen Filteranschluß über Saugdrosseln an einen Transformator ("Vierwickler") in Sparschaltung (F1, F2, F3, F4 = Filterabgriffe an Oberspannungswicklung = Filterwicklungsanschlüsse).

[0023] Bei einem System mit $n = 4$ Wicklungen und Vierquadrantenstellern sind allerdings, wie in Fig. 5 dargestellt, schon drei Saugdrosseln SD1 SD2, SD3 erforderlich. Am vorteilhaftesten ist daher diese Alternative bei $n=2$. Die Fig. 6a, 6b zeigen einige Ausgestaltungen in diesem Fall.

[0024] Fig. 6a steht für alle Filtermodifikationen, wie in Fig. 2a, 2b, 2c gezeigt.

[0025] In Fig. 6b sind die Funktionen der Filterdrossel LF und der Saugdrossel SD zu einer Drossel LF" zusammengefaßt.

[0026] In Fig. 6c ist dieser Ansatz für $n>2$ verallgemeinert (F1, F2, F3, F4...Fn = Filterabgriffe an Oberspannungswicklung = Filterwicklungsanschlüsse).

[0027] In Fig. 9 ist eine Alternative zur Anordnung nach Fig. 6a ohne Saugdrossel dargestellt. Ausgehend von einer Schaltung nach den Figuren 4 und 6a entfällt die Saugdrossel SD und jeder Filterabgriff F1, F2 der Oberspannungswicklung ist mit einem eigenen Filter (Filtermodifikationen siehe Fig. 2a bis 2c) beschaltet. Jedes der beiden Filter wirkt auf alle Harmonischen des zugeordneten Stellers. Im Vergleich zu den Schaltungen gemäß Fig. 4 und 6a treten höhere Verluste in den Filterwiderständen auf.

[0028] Für Anwendungen, die mit einem kleinen Filter auskommen, z.B. weil vorwiegend im höheren Frequenzbereich eine Abschwächung notwendig ist, kann auf die Saugdrossel und Filterdrossel ganz verzichtet werden. Nach Fig. 7a wird das Filter dann sehr einfach, wenn der Filterwiderstand in zwei Teile mit je $2 \cdot RF$ aufgespalten wird und zugleich die Aufgabe der Stromteilung mit übernimmt. Es wird dabei in Kauf genommen, daß über der Reihenschaltung $4 \cdot RF$ die durch die versetzte Taktung bedingte Differenzspannung der Abgriffe F1 und F2 anliegt und zusätzliche Verluste erzeugt. Da bei einem kleinen Filter der Filterwiderstand RF vergleichsweise groß sein kann, ist das vertretbar.

[0029] Dieser Gedanke ist auch auf Systeme mit $n>2$ gut übertragbar, wie in Fig. 7b gezeigt ist. Der Filterwiderstand wird dabei in n Teile mit je $n \cdot RF$ aufgeteilt.

Patentansprüche

1. Fahrzeug-Transformator für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, **gekennzeichnet durch** mindestens eine im Transformator integrierte Störstromfilterwicklung (FiW), die eine oder mehrere Lagen der Oberspannungswicklung nutzt, die der Unterspannungswicklung benachbart sind, wodurch hinsichtlich der Störstromfilterwicklung eine Spartransformatorschaltung gebildet wird, wobei an den Filterwicklungsanschlüssen (Fi, F1....Fn) mindestens ein

Filter zur Abschwächung eines überspannungsseitig auftretenden von niederspannungsseitig angeschlossenen Stromrichtern erzeugten Störstroms angeschlossen ist, das aus der Reihenschaltung mindestens eines Filterwiderstandes (RF) und eines Filterkondensators (TF) besteht.

2. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei durch die Spartransformatorschaltung gebildete Filterabgriffe (F1, F2) über eine Saugdrossel (SD) miteinander verbunden sind, wobei der Anschluß für das Filter durch den Mittenabgriff der Saugdrossel gebildet wird (Fig. 6a).
3. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei vier durch die Spartransformatorschaltung gebildeten Filterabgriffen (F1, F2, F3, F4) jeweils zwei Filterabgriffe (F1 und F2, F3 und F4) über eine Saugdrossel (SD1, SD2) miteinander verbunden sind und daß die Mittenabgriffe dieser beiden Saugdrosseln mit einer dritten Saugdrossel (SD3) verbunden sind, deren Mittenabgriff den Anschluß für das Filter bildet (Fig.5).
4. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei (n=2,3,4,...) durch die Spartransformatorschaltung gebildeten Filterabgriffen (F1, F2, F3, F4...Fn) jeweils die n Filterabgriffe über eine Drossel (D1...Dn) mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden sind, wobei der Anschluß für das Filter durch den gemeinsamen Verbindungspunkt aller Drosseln gebildet wird (Fig.6c).
5. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei durch die Spartransformatorschaltung gebildete Filterabgriffe (F1, F2) über zwei gleiche Teilwiderstände (2RF) miteinander verbunden sind, wobei der Anschluß für das Filter durch den gemeinsamen Verbindungspunkt beider Teilwiderstände gebildet wird (Fig. 7a).
6. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei n (n=3,4,..) durch die Spartransformatorschaltung gebildeten Filterabgriffen (F1, F2, F3, F4...Fn) jeweils die n Filterabgriffe über n gleiche Teilwiderstände (nRF) mit einem gemeinsamen Knotenpunkt verbunden sind, wobei der Anschluß für das Filter durch den gemeinsamen Verbindungspunkt aller Teilwiderstände gebildet wird (Fig. 7b).
7. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Teilwiderstände (2RF, nRF) zugleich die Funktion des Filterwiderstandes (RF) erfüllen.
8. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens zwei durch die

Spartransformatorschaltung gebildete Filterabgriffe (F1, F2, F3, F4...Fn) direkt miteinander verbunden sind, um den Anschluß für das Filter zu bilden.

- 5 9. Fahrzeug Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Filter zusätzlich eine in Reihe geschaltete Filterdrossel (LF) aufweist (Fig. 2b).
- 10 10. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** parallel zur Filterdrossel (LF) ein Parallelwiderstand (RP) angeordnet ist (Fig. 2c).
11. Fahrzeug Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** verschiedene Filter oder für verschiedene Frequenzen dimensionierte Filter parallelgeschaltet sind.
- 20 12. Fahrzeug Transformator nach Anspruch 2, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine Saugdrossel bzw. Drossel (SD, SD1, SD2, SD3, D1...Dn) zugleich die Funktion der Filterdrossel (LF) erfüllt (Fig. 6a).

Claims

1. A vehicle transformer for an electrically driven vehicle, **characterised by** at least one interference current filter winding (FiW) integrated into the transformer, which utilises one or more layers of the high tension winding which are adjacent to the low tension winding, whereby as far as the interference current filter winding is concerned an autotransformer circuit is formed, wherein at least one filter is connected to the filter winding connections (Fi, F1... Fn) for weakening a parasite current appearing on the high tension side and generated by current converters connected on the low tension side, wherein the at least one filter consists of the series connection of at least one filter resistor (RF) and one filter capacitor (TF).
2. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that** two filter tapplings (F1, F2) formed by the autotransformer circuit are connected to each other via a drainage coil (SD), the connection for the filter being formed by the central tapping of the drainage coil (Fig. 6a).
3. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that** in the case of four filter tapplings (F1, F2, F3, F4) formed by the autotransformer circuit, then in each case two filter tapplings (F1 and F2, F3 and F4) are connected to each other via a drainage coil (SD1, SD2) and **in that** the central tapplings of these two drainage coils are connected to a third drainage coil (SD3), the central tapping of which forms the connection for the filter (Fig. 5).

4. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that** in the case of n ($n = 2, 3, 4, \dots$) filter tapplings (F1, F2, F3, F4... Fn) formed by the autotransformer circuit, in each case the n filter tapplings are connected by a choke (D1... Dn) to a common nodal point whereby the connection for the filter is formed by the common connecting point of all the choke coils (Fig. 6c). 5
5. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that** two filter tapplings (F1, F2) formed by the autotransformer circuit are connected to each other by two identical partial resistors, the connection for the filter being formed by the common connection point of both partial resistors (Fig. 7a). 10 15
6. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that**, for n ($n = 3, 4, \dots$) of filter tapplings (F1, F2, F3, F4... Fn) formed by the autotransformer circuit, in each case the n filter tapplings are connected via n identical partial resistors (nRF) to a common nodal point, the connection for the filter being formed by the common connecting point of all partial resistors (Fig. 7b). 20 25
7. A vehicle transformer according to claim 5 or 6, **characterised in that** the partial resistors (2RF, nRF) at the same time fulfil the function of the filter resistor (RF). 30
8. A vehicle transformer according to claim 1, **characterised in that** at least two filter tapplings (F1, F2, F3, F4... Fn) formed by the autotransformer circuit are connected directly to each other in order to form the connection for the filter. 35
9. A vehicle transformer according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the filter additionally has a filter choke (LF) connected in series (Fig. 2b). 40
10. A vehicle transformer according to claim 9, **characterised in that** a parallel resistor (RP) is disposed in parallel with the filter choke (LF) (Fig. 2c).
11. A vehicle transformer according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** various filters or filters dimensioned for different frequencies are connected in parallel. 45
12. A vehicle transformer according to claim 2, 3 and 4, **characterised in that** the at least one drainage coil or choke (SD, SD1, SD2, SD3, D1... Dn) at the same time fulfils the function of the filter choke (LF) (Fig. 6a). 50

Revendications

1. Transformateur de véhicule pour un véhicule à propulsion électrique, **caractérisé par** au moins un enroulement de filtre de courant parasite (FiW) intégré dans les transformateur, qui utilise une ou plusieurs couches de l'enroulement haute tension, qui sont voisines de l'enroulement basse tension de sorte à constituer en ce qui concerne l'enroulement de filtre de courant parasite un circuit d'autotransformateur, un filtre d'affaiblissement d'un courant parasite apparaissant côté haute tension et engendré par des convertisseurs de courant côté basse tension étant branché aux branchements de l'enroulement de filtre, le filtre d'affaiblissement consistant en un montage en série d'au moins une résistance de filtre (RF) et d'un condensateur de filtre (TF).
2. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** deux prises de filtre (F1, F2) formées par le circuit d'autotransformateur sont reliées entre elles par une bobine d'absorption (9D), le raccordement pour le filtre étant formé par la prise centrale de la bobine d'absorption (figure 6a).
3. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour quatre prises de filtre (F1, F2, F3, F4) formées par le circuit d'autotransformateur, respectivement deux prises de filtre (F1 et F2, F3 et F4) sont reliées entre elles par une bobine d'aspiration (SD1, SD2) et **en ce que** les prises centrales de ces deux bobines d'absorption sont reliées à une troisième bobine d'absorption (SD3), dont la prise centrale forme le branchement pour le filtre (figure 5).
4. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour n ($n=2,3,4,\dots$) prises de filtre (F1, F2, F3, F4,..., Fn) formées par le circuit d'autotransformateur, respectivement les n prises de filtre sont reliées par une bobine (D1.. Dn) à un point nodal commun, le branchement pour le filtre étant formé par le point de liaison commun de toutes les bobines (figure 6c).
5. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** deux prises de filtre (F1, F2) formées par le circuit économiseur de transformateur sont reliées au moyen de deux résistances partielles identiques (2RF), le raccordement pour le filtre étant formé par le point de liaison commun de deux résistances partielles (figure 7a).
6. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour n ($n= 3,4,\dots$) prises de filtre (F1, F2, F3, F4,..., Fn) formées par le circuit d'autotransformateur, respectivement les n prises de filtre sont reliées à un point nodal commun par n

résistances partielles (nRF), le branchement pour le filtre étant formé par le point de liaison commun de toutes les résistances partielles (figure 7b).

7. Transformateur pour véhicule selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les résistances partielles ($2RF$, nRF) assument en même temps la fonction de la résistance de filtre (RF). 5
8. Transformateur pour véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins deux prises de filtre ($F1$, $F2$, $F3$, $F4$,..., F_n) formées par le circuit économiseur de transformateur sont directement reliées entre elles, afin de former le branchement pour le filtre. 10
15
9. Transformateur pour véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le filtre présente en supplément une bobine de filtre (LF) montée en série (figure 2b). 20
10. Transformateur pour véhicule selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**une résistance parallèle (RF) est disposée parallèlement à la bobine de filtre (LF) (figure 2c). 25
11. Transformateur pour véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** différents filtres ou des filtres dimensionnés pour différentes fréquences sont montés en parallèle. 30
12. Transformateur pour véhicule selon les revendications 2, 3 et 4, **caractérisé en ce que** la au moins une bobine d'absorption ou bobine (SD , $SD1$, $SD2$, $SD3$, $D1$... D_n) assume en même temps la fonction de la bobine filtre (LF) (figure 6a). 35

40

45

50

55

Fig.1

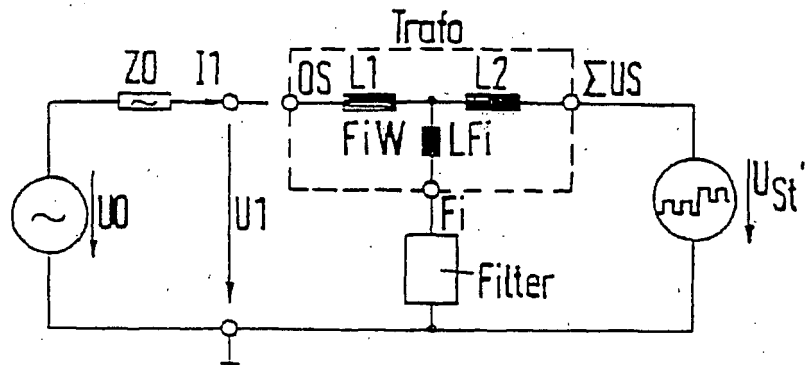


Fig.2

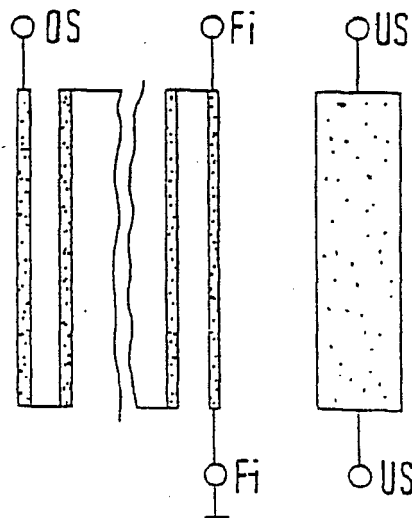
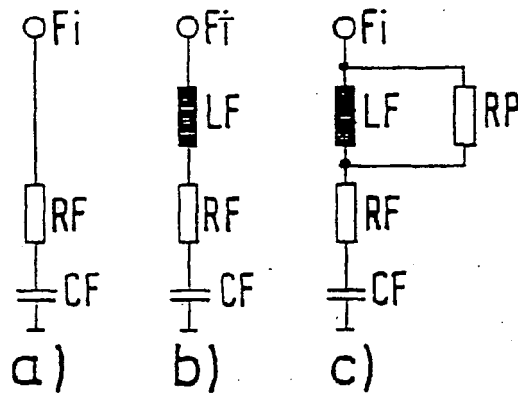


Fig. 3

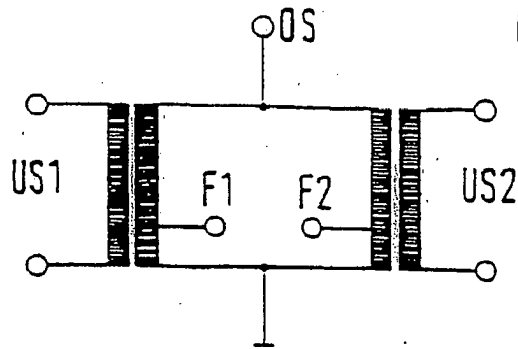


Fig. 4

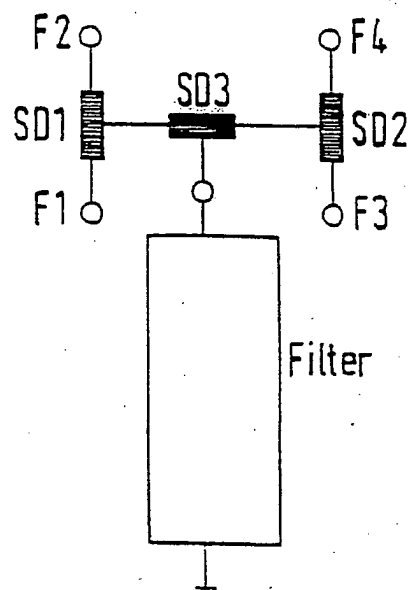
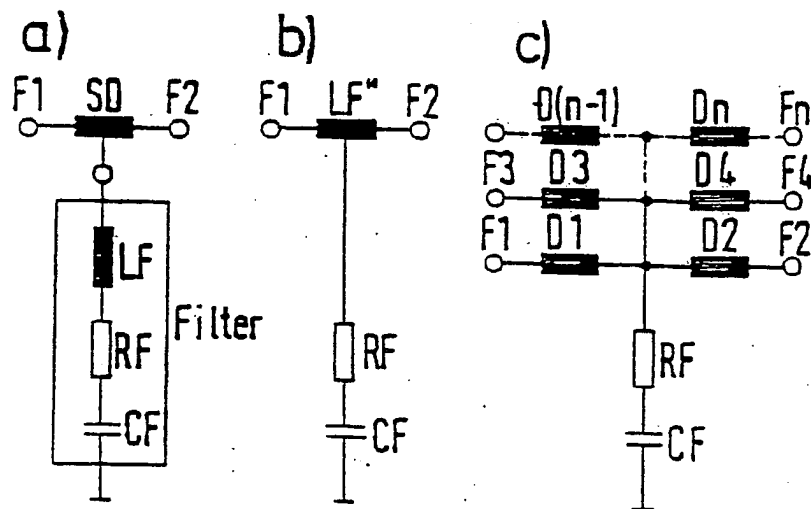


Fig. 5

Fig. 6



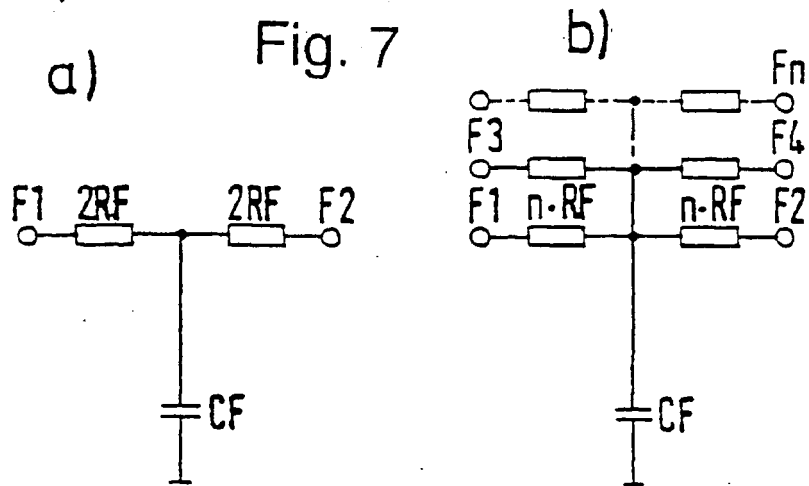


Fig. 8

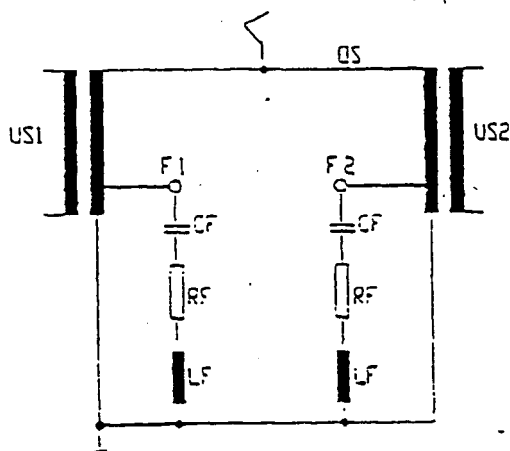
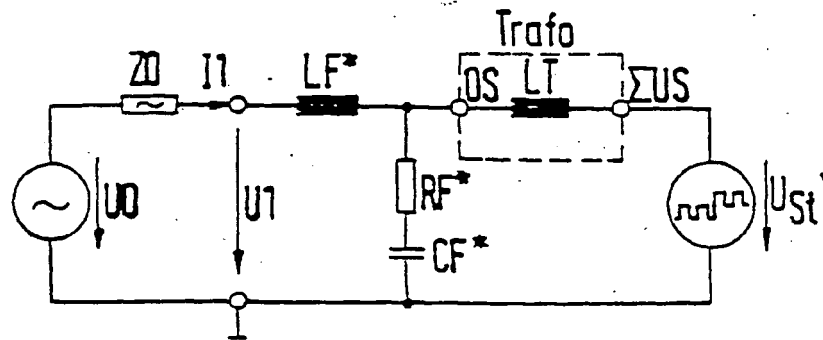


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0149169 A [0006]